

**PERENCANAAN INTERVAL PERAWATAN MESIN PRODUKSI
UNTUK MENGOPTIMALKAN BIAYA PERAWATAN
MENGUNAKAN *PREVENTIVE MAINTENANCE SYSTEM*
PADA PT. RIAU CRUMB RUBBER FACTORY**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Industri**

Oleh :

**RAHMAT MURDIANTO
10452025601**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2010**

**PERENCANAAN INTERVAL PERAWATAN MESIN PRODUKSI
UNTUK MENGOPTIMALKAN BIAYA PERAWATAN
MENGUNAKAN *PREVENTIVE MAINTENANCE SYSTEM*
PADA PT. RIAU CRUMB RUBBER FACTORY**

**RAHMAT MURDIANTO
NIM : 10452025601**

Tanggal Sidang : 15 Juni 2010
Tanggal Wisuda : 15 Juli 2010

Jurusan Teknik Industri
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Pada persaingan produk yang dihasilkan oleh suatu perusahaan, kualitas produk salah satunya ditentukan oleh kondisi fasilitas produksi atau mesin yang digunakan. Deviasi produk dapat terjadi jika mesin tidak dapat bekerja optimal karena adanya kerusakan. Sehingga diperlukan perawatan terhadap mesin dimana salah satunya dengan melihat trend kualitas produk yang terjadi. PT. Riau Crumb Rubber Factory merupakan perusahaan yang bergerak dalam pembuatan Crumb Rubber dengan produk yang dihasilkan berupa SIR 10 dan SIR 20. Perawatan yang dilakukan selama ini yaitu *breakdown maintenance* yang sifatnya menunggu sampai kerusakan terjadi, kemudian dilakukan perbaikan. Kegiatan perbaikan ini hanya dapat dilakukan saat mesin mati yang mengakibatkan tingginya *down time* dan berdampak pada hasil produksi. Oleh karena itu, penyusunan kegiatan *preventive maintenance* perlu direncanakan agar mesin tetap memiliki keandalan yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh interval waktu perawatan mesin yang optimum pada mesin produksi untuk mengurangi biaya perawatan dan perbaikan mesin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penerapan *preventive maintenance* dapat menghemat biaya antara 80,54% sampai dengan 97.56% dari keadaan awal (*corrective maintenance*).

Kata Kunci : *Maintenance Cost, MTTF, Preventive Maintenance, Reliability*

**INTERVAL MAINTENANCE PLANNING OF PRODUCTION
MACHINES FOR OPTIMALIZATION MAINTENANCE COST
USING PREVENTIVE MAINTENANCE SYSTEM
AT PT. RIAU CRUMB RUBBER FACTORY**

**RAHMAT MURDIANTO
NIM : 10452025601**

Date of Final Exam : 15th June 2010
Date of Graduation Ceremony : 15th July 2010

Industrial Engineering Departement
Faculty of Sciences and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
Soebrantas Street No. 155 Pekanbaru

ABSTRACT

In product competition which produced by the company, one factor that influence product quality is the condition of product facility or machine. Product deviation can be happen if machine cannot working optimally because of machine failure. So they needed maintenance toward machine where the one to know it by seeing trend of product quality. PT. Riau Crumb Rubber Factory is a company engaging in Crumb Rubber with production SIR 10 and SIR 20. Excisting maintenance at this company are breakdown maintenance that wait failure of the machine and then repair the machine. This activity can be done only at machine down that make high downtime and have the impact at the products. So, activity planning preventive maintenance is important to increase reliability of the machine. Intention of this research is to obtain get time interval treatment of optimum machine at machine of productions, to lessen the expense of treatment and repair of machine. From the research, the application of preventive maintenance reduces cost up to 80.54% to 97.56% from the initial condition (corrective maintenance).

Keywords : Maintenance Cost, MTTF, Preventive Maintenance, Reliability

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR SINGKATAN.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-5
1.3 Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian	I-6
1.3.1 Tujuan Penelitian	I-6
1.3.2 Manfaat Penelitian	I-6
1.4 Batasan Masalah.....	I-6
1.5 Posisi Penelitian	I-7
1.6 Sistematika Penulisan.....	I-7
 BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Pengertian Manajemen Produksi dan Operasi	II-1
2.2 Pengertian Proses Produksi	II-1

2.2.1	Jenis-jenis Proses Produksi	II-2
2.2.2	Penentuan Jenis Proses Produksi Suatu Perusahaan Pabrik.....	II-2
2.3	Mesin dan Peralatan	II-4
2.4	Jenis-jenis Mesin.....	II-4
2.5	Penentuan Jenis Mesin Pada Suatu Perusahaan Pabrik.....	II-5
2.6	Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>)	II-7
2.6.1	Pengertian dan Peranan Pemeliharaan	II-7
2.6.2	Jenis-jenis Pemeliharaan	II-8
2.6.3	Masalah Efisiensi dalam Pemeliharaan.....	II-9
2.6.4	Tugas-tugas Pemeliharaan	II-9
2.7	Uji Penentuan Distribusi Data.....	II-10
2.8	<i>Reliability</i> (Keandalan)	II-11
2.9	Model Distribusi	II-12
2.9.1	Distribusi Normal.....	II-12
2.9.2	Distribusi Weibull	II-12
2.9.3	Distribusi Eksponensial.....	II-13
2.10	<i>Mean Time To Failure</i> (MTTF)	II-13
2.11	<i>Mean Time Between Failure</i> (MTBF).....	II-13
2.12	Sistem Rangkaian Seri dan Paralel	II-14
2.12.1	Sistem Rangkaian Seri	II-14
2.12.2	Sistem Rangkaian Paralel.....	II-14
2.12.3	Sistem Gabungan Seri-Paralel.....	II-14
2.13	Keputusan Penggantian Komponen (<i>Replacement Decesion</i>)	II-15
2.13.1	Model Penggantian yang Optimal.....	II-15
2.13.2	Model Perhitungan Total Ekspektasi Biaya Penggantian	II-15
2.14	Pengukuran Waktu	II-16
2.15	Tingkat Ketelelitian dan Tingkat Keyakinan	II-16
2.16	Perhitungan Waktu Baku	II-17

2.17 Faktor Penyesuaian dan Faktor Kelonggaran	II-17
2.17.1 Faktor Penyesuaian	II-17
2.17.2 Faktor Kelonggaran.....	II-20
2.18 Teknik Pengambilan Data	II-22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengamatan Pendahuluan.....	III-2
3.2 Studi Pustaka.....	III-3
3.3 Identifikasi Masalah	III-3
3.4 Perumusan Masalah	III-4
3.5 Menetapkan Tujuan Penelitian.....	III-4
3.6 Pengumpulan Data	III-4
3.6.1 Pengumpulan Data Primer.....	III-4
3.6.2 Pengumpulan Data Sekunder.....	III-5
3.7 Pengolahan Data.....	III-5
3.8 Analisa	III-5
3.9 Kesimpulan dan Saran.....	III-5

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data	IV-1
4.1.1. Profil PT. Riau Crumb Rubber Factory	IV-1
4.1.2 Data Waktu Kerusakan Komponen	IV-5
4.1.3 Data Waktu Penggantian Komponen.....	IV-7
4.1.4 Data Harga Komponen	IV-9
4.1.5 Biaya Tenaga Kerja	IV-9
4.1.6 Biaya Kehilangan Produksi (<i>Expected Loss</i>).....	IV-10
4.2 Pengolahan Data.....	IV-10
4.2.1 Penentuan Jenis Distribusi Data Waktu Kerusakan Komponen	IV-10
4.2.2 Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku Data Waktu Penggantian Komponen.....	IV-12

4.2.3	Perhitungan Biaya Penggantian Komponen	IV-16
4.2.3.1	Biaya <i>Failure Replacement</i>	IV-16
4.2.3.2	Biaya <i>Preventive Replacement</i>	IV-17
4.2.4	Perhitungan Nilai <i>Reliability</i> (Keandalan)	IV-18
4.2.5	Perhitungan MTTF (<i>Mean Time To Failure</i>)	IV-20
4.2.6	Penentuan Interval Penggantian Komponen yang Optimal dengan <i>Total Cost</i> (TC) Minimum	IV-20
4.2.7	Perbandingan Total Biaya <i>Preventive Replacement</i> dan <i>Failure Replacement</i>	IV-21
4.2.8	Perhitungan <i>Expected Replacement Cost</i>	IV-22

BAB V ANALISA

BAB VI PENUTUP

6.1	Kesimpulan	VI-1
6.2	Saran	VI-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era persaingan industri yang semakin global yang disertai dengan perkembangan teknologi yang semakin canggih dan pesat, industri-industri terus berusaha meningkatkan kuantitas dan kualitas produk yang dihasilkannya. Perkembangan hasil industri yang semakin meningkat secara terus menerus memerlukan dukungan proses produksi yang lancar.

Kelancaran proses produksi dipengaruhi oleh sistem perawatan yang diterapkan. Setiap peralatan, mesin, atau fasilitas yang terlibat dalam proses produksi pasti akan mengalami keausan sehingga suatu saat pasti akan mengalami kerusakan. Seberapa cepat keausan ini terjadi atau seberapa sering frekuensi kerusakan muncul akan menimbulkan permasalahan sehubungan dengan munculnya gangguan pada suatu fasilitas ataupun pada keseluruhan proses produksi. Sistem perawatan yang tidak dirancang dengan baik akan meningkatkan ketidaksesuaian produk dan biaya produksi yang aman. Beberapa akibat buruk ini secara langsung akan menurunkan efisiensi dari proses produksi (Nasution, 2006).

Masalah sistem perawatan merupakan salah satu masalah penting dalam industri. Alasan utamanya adalah karena sistem perawatan merupakan faktor utama untuk kelangsungan hidup suatu sistem produksi. Jika mesin ini tidak dirawat, maka akan mengalami kerusakan yang lebih parah sehingga perusahaan akan mengeluarkan biaya yang tidak sedikit untuk menggantikan komponen yang rusak. Perawatan yang baik akan dilakukan dalam jangka waktu tertentu dan pada waktu proses produksi sedang tidak berjalan. Semakin sering perawatan suatu mesin dilakukan maka akan meningkatkan biaya perawatan. Disisi lain bila perawatan tidak dilakukan akan mengurangi performa kerja dari mesin tersebut.

PT. Riau Crumb Rubber Factory merupakan perusahaan yang bergerak dalam pengolahan karet mentah menjadi barang setengah jadi (*crumb rubber*) yang kemudian di ekspor ke luar negeri. Perusahaan ini didirikan pada tahun 1969 dan merupakan perusahaan PMDN (Penanaman Modal Dalam Negeri). Jenis

produk yang dihasilkan yaitu *crumb rubber* SIR-10 dan SIR-20 (*Standard Indonesia Rubber*). Mesin produksi merupakan salah satu dari sumber daya yang ada yang harus dioptimalkan penggunaannya. Untuk menjamin agar mesin bisa beroperasi dengan baik dan optimal diperlukan adanya suatu sistem perawatan yang baik pula. Sistem perawatan yang kurang baik akan menyebabkan mesin mudah rusak dan proses produksi akan terganggu bahkan terhenti.

Dalam melakukan perawatan mesin-mesin produksi, PT. Riau Crumb Rubber Factory menerapkan sistem perawatan korektif atau yang lebih dikenal *Breakdown Maintenance*. Sistem ini pada dasarnya tergolong manajemen reaktif yang menunggu mesin rusak atau gagal beroperasi sehingga akan mengakibatkan kegagalan yang fatal dan diperlukan perbaikan. Tindakan perbaikan dilakukan agar mesin-mesin produksi tersebut dapat dipergunakan kembali dalam melakukan kelancaran proses produksi. Dengan dilakukannya perawatan korektif maka akan menimbulkan faktor ketidakpastian (*Uncertainty*) dalam kelancaran proses produksi sehingga akan mengakibatkan ketidakpastian pada kelancaran bekerjanya mesin-mesin produksi yang ada.

Karena adanya ketidakpastian terjadinya kelancaran proses produksi maka penentuan waktu perawatan perlu diperhitungkan secara tepat sehingga nantinya akan diperoleh selang waktu perawatan yang optimal. Untuk keperluan penentuan waktu perawatan optimal sangat berkaitan dengan berbagai faktor, seperti model kegagalan dari sistem, lama waktu memperbaiki sistem hingga berfungsi kembali, lamanya sistem mampu bertahan dalam kondisi optimum serta biaya perawatan yang tersedia.

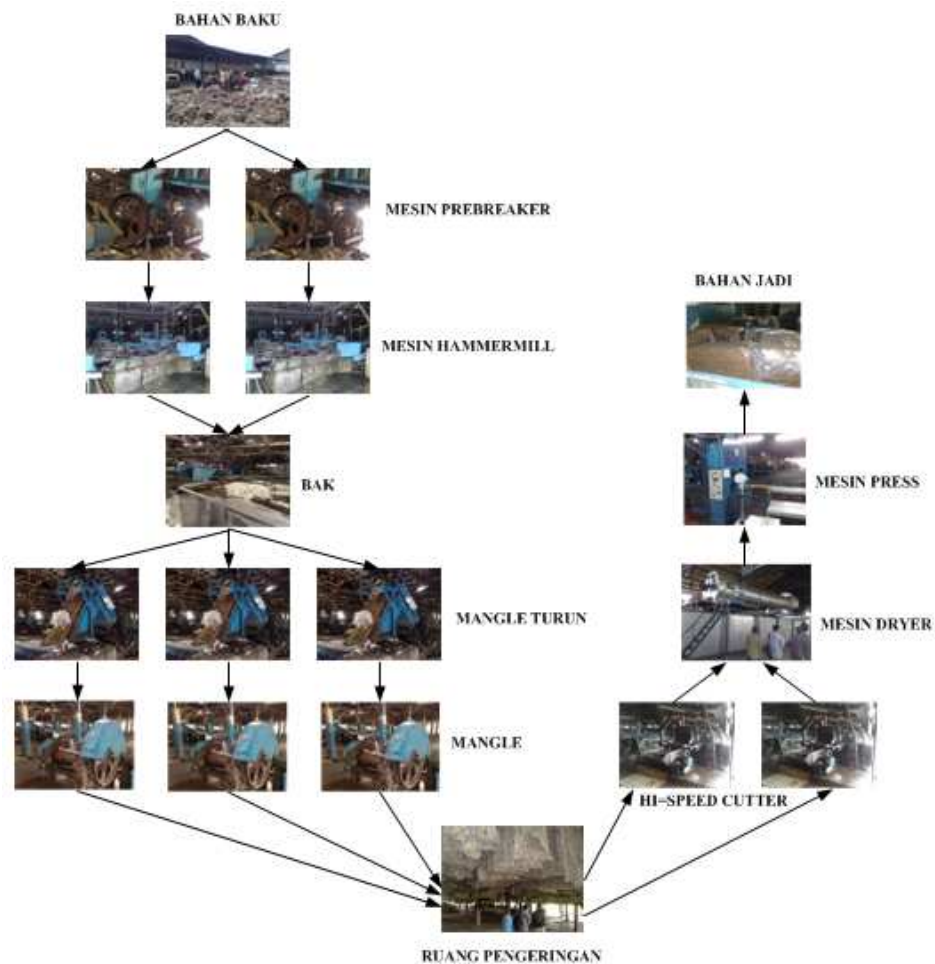
Tabel 1.1 Mesin Produksi PT. Riau Crumb Rubber Factory (dalam Unit)

No	Nama Mesin	Jumlah Mesin Awal	Jumlah Mesin Sekarang
1	Prebreaker	3	3
2	Hammermill	6	3
3	Creaper/Mangle	21	21
4	Hi-Speed Cutter	3	2
5	Dryer/Blower	2	1
6	Press	3	2
Jumlah		38	32

Sumber : PT. Riau Crumb Rubber Factory (2010)

Dari Tabel 1.1 di atas, terlihat pengurangan jumlah mesin produksi yang awalnya berjumlah 38 unit menjadi 32 unit. Artinya sebanyak 6 unit mesin produksi tidak terpakai dikarenakan mengalami kerusakan yang cukup berat sehingga tidak dapat beroperasi kembali. Kondisi ini terjadi karena tidak teraturnya jadwal perawatan dan penggantian komponen-komponen mesin produksi yang mengalami kerusakan. Untuk itu diperlukan suatu sistem perawatan yang terjadwal sehingga dapat memperpanjang usia pemakaian mesin dan mencegah terjadinya kerusakan mesin secara permanen.

Alur *layout* mesin-mesin produksi pada PT. Riau Crumb Rubber Factory mengikuti pola paduan antara bentuk seri dan paralel. Alur ini dapat dilihat pada Gambar 1.1 dibawah ini :



Gambar 1.1 Tata Letak Mesin Produksi PT. Riau Crumb Rubber Factory
(Sumber : PT. Riau Crumb Rubber Factory, 2010)

Dari gambar di atas, dapat diketahui bahwa apabila salah satu mesin mengalami kerusakan maka proses produksi akan terhenti dan terganggu. Dengan demikian, proses produksi dapat dilanjutkan kembali setelah mesin yang mengalami kerusakan tersebut dilakukan perbaikan. Semakin lama waktu perbaikan atau penggantian komponen pada mesin produksi dilakukan maka akan semakin lama proses produksi terhenti. Hal ini tentunya akan berakibat hilangnya jumlah produksi sehingga perusahaan akan mengalami kerugian.

Mesin yang gagal beroperasi akan berakibat pada hilangnya jumlah produksi atau pabrik gagal berproduksi sehingga perusahaan akan mengalami kerugian. Peranan perawatan akan sangat terasa dibutuhkan bila sistem mulai mengalami gangguan atau tidak dapat beroperasi lagi. Tujuan dari perawatan adalah untuk meminimumkan *downtime* atau *Total Lost Time* (TLT) dari kemungkinan terjadinya kerusakan pada peralatan dengan memperhatikan faktor biaya ekonomis.

Tabel 1.2 *Total Lost Time* (TLT) Tahun 2008-2009 (dalam Jam)

No	Bulan	Tahun 2008	Tahun 2009	Jumlah
1	Januari	104,0	78,0	182,0
2	Februari	82,0	51,0	133,0
3	Maret	39,5	58,5	98,0
4	April	47,5	55,5	103,0
5	Mei	42,5	31,5	74,0
6	Juni	42,0	45,5	87,5
7	Juli	56,0	34,5	90,5
8	Agustus	53,5	80,0	133,5
9	September	40,5	16,5	57,0
10	Oktober	42,0	42,5	84,5
11	November	56,5	27,0	83,5
12	Desember	68,5	34,5	103,0
Total		674,5	555,0	1.229,5

Sumber : PT. Riau Crumb Rubber Factory (2010)

Dari Tabel 1.2 di atas, jumlah *Total Lost Time* (TLT) dari tahun 2008-2009 sebanyak 1.229,5 jam. Jumlah produksi *crumb rubber* rata-rata perbulan sebanyak 2.200.000 kg dan jumlah produk *crumb rubber* perjam sebesar 3.056 kg dengan laba Rp. 3.000,-/kg. Dengan demikian dapat diketahui biaya kehilangan produksi adalah sebesar Rp. 9.168.000/jam. Biaya kehilangan produksi ini

merupakan biaya potensi, artinya biaya tersebut hanya timbul pada saat terhentinya proses produksi akibat kegagalan atau kerusakan mesin. Untuk meminimumkan jumlah *Total Lost Time* (TLT) terjadi maka diperlukan suatu penjadwalan perawatan mesin yang terencana dengan baik dan teratur sehingga segala kemungkinan terhentinya proses produksi dapat diantisipasi.

Dari data *work requisition* tahun 2008-2009, komponen yang sangat kritis pada setiap mesin produksi yaitu komponen *bearing*. Dari 28 komponen yang diganti selama tahun 2008 dan 2009, komponen *bearing* merupakan komponen yang sering dilakukan penggantian yaitu sebanyak 422 buah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.3 di bawah ini :

Tabel 1.3 Komponen Kritis *Bearing* (dalam buah)

No	Mesin	Jumlah
1	Pre-Breaker	6
2	Hammermill	12
3	Creaper/Mangle	399
4	Cutter	4
5	Dryer/Blower	11
Jumlah		422

Sumber : PT. Riau Crumb Rubber Factory (2010)

Seringnya dilakukan penggantian komponen *bearing*, secara tidak sadar perusahaan sebenarnya mengeluarkan biaya yang cukup besar akibat dari perbaikan mesin mengingat harga komponen tersebut cukup mahal. Untuk mengurangi frekuensi penggantian komponen *bearing* tersebut maka perlu disusun suatu jadwal interval penggantian komponen yang optimal.

Berdasarkan uraian di atas, peranan bagian perawatan dalam suatu perusahaan adalah penting. Dalam penelitian Tugas Akhir ini peneliti mengambil judul “PERENCANAAN INTERVAL PERAWATAN MESIN PRODUKSI UNTUK MENGOPTIMALKAN BIAYA PERAWATAN MENGGUNAKAN *PREVENTIVE MAINTENANCE SYSTEM* PADA PT. RIAU CRUMB RUBBER FACTORY”.

1.2 Rumusan Masalah

Dari permasalahan yang telah dipaparkan pada latar belakang di atas, maka penulis membuat rumusan masalah pada penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Berapa interval waktu penggantian komponen yang optimal pada masing-masing mesin produksi?
2. Berapa *Expected Replacement Cost* dalam melakukan penggantian komponen mesin-mesin produksi?

1.3 Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

Berdasarkan Latar Belakang dan Rumusan Masalah yang telah dipaparkan di atas, maka tujuan dilakukannya penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Menentukan interval waktu penggantian komponen yang optimal pada masing-masing mesin produksi berdasarkan *Total Cost* (TC) minimum.
2. Membandingkan total biaya perencanaan dengan total biaya semula.

1.3.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian yang akan dilakukan nantinya, antara lain adalah :

1. Memberikan masukan bagi perusahaan mengenai kegiatan perawatan yang optimal.
2. Perusahaan dapat mengetahui waktu interval perawatan optimal dengan mempertimbangkan biaya resiko kegagalan dan biaya perawatan yang dikeluarkan perusahaan.

1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dilakukan agar kajian menjadi lebih terfokus dan penelitian lebih terarah. Berdasarkan hal tersebut maka pembatasan masalah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilaksanakan di bagian perawatan mesin produksi PT. Riau Crumb Rubber Factory.
2. Kondisi fisik mesin-mesin produksi pada saat dilakukannya penelitian ini diasumsikan dalam keadaan baik dan berfungsi.

3. Biaya yang digunakan dalam perhitungan adalah yang berlaku pada saat penelitian dilaksanakan dan dianggap tidak berubah.
4. Perhitungan faktor penyesuaian dan kelonggaran untuk seluruh mesin diasumsikan sama.
5. Komponen yang dikaji hanya bersifat *non-repairable* (komponen yang rusak tidak dapat diperbaiki lagi).
6. Komponen kritis berupa *bearing*.
7. Umur pemakaian komponen yang diganti/mengalami kerusakan tidak lebih dari 1 tahun.

1.5 Posisi Penelitian

Agar dalam penelitian ini tidak terjadi penyimpangan dan penyalinan maka perlu ditampilkan posisi penelitian.

Tabel 1.4 Posisi Penelitian

Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan	Metode	Objek Penelitian	Tahun
Ahmad Kholid Alghofari	Perencanaan Pemeliharaan Mesin Ballmill	Implementasi RCM untuk dapat menentukan pemeliharaan yang optimal	Reliability Centered Maintenance	PT. Sici Multi IndoMarmer	2006
Imam Sodikin	Penentuan Interval Perawatan Preventif Komponen Elektrik dan Komponen Mekanik Yang Optimal Pada Mesin Excavator Seri PC 200-6	Menentukan jenis perawatan yang tepat demi meminimumkan biaya perawatan yang timbul dalam setiap periode perawatan	Model Jardine	PT. Gunung Madu Plantations	2008
Rahmat Murdianto	Perencanaan Interval Perawatan Mesin Produksi Untuk Mengoptimalkan Biaya Perawatan	Menentukan interval waktu penggantian komponen yang optimal pada masing-masing mesin produksi dan membandingkan total biaya perencanaan dengan total biaya semula	Preventive Maintenance System	PT. Riau Crumb Rubber Factory	2010

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan penelitian Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan Interval Perawatan Mesin Produksi Untuk Mengoptimalkan Biaya Perawatan Menggunakan *Preventive Maintenance System* Pada PT. Riau Crumb Rubber Factory dapat dilihat sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini memuat latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, posisi penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan teori-teori yang mendukung permasalahan yang digunakan sebagai dan pendukung dalam Tugas Akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan secara skematis langkah-langkah yang digunakan dalam proses penelitian, yaitu mulai dari awal sampai akhir penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menjelaskan secara skematis langkah-langkah yang digunakan dalam proses pengumpulan data baik itu data sekunder maupun data primer dan teknis pengolahan data untuk menyelesaikan permasalahan.

BAB V ANALISA

Bab ini memuat pembahasan terhadap hasil pengumpulan dan pengolahan data.

BAB VI PENUTUP

Menguraikan tentang kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian dan pembahasan serta mencoba memberikan saran-saran sebagai langkah untuk menyelesaikan masalah yang timbul.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Manajemen Produksi dan Operasi

Pengertian manajemen produksi dan operasi tidak terlepas dari pengertian manajemen. Dengan istilah manajemen dimaksudkan adalah kegiatan atau usaha yang dilakukan untuk mencapai tujuan dengan menggunakan atau mengoordinasikan kegiatan-kegiatan orang lain. Dalam pengertian ini terdapat tiga unsur yang penting, yaitu adanya orang yang lebih daripada satu, adanya tujuan yang ingin dicapai dan orang yang bertanggung jawab akan tercapainya tujuan tersebut. Sering pengertian manajemen ini dikaitkan dengan pengertian organisasi (Assauri, 2008).

Manajemen produksi dan operasi merupakan kegiatan untuk mengatur dan mengoordinasikan penggunaan sumber-sumber daya yang berupa sumber daya manusia, sumber daya alat dan sumber daya dana serta bahan, secara efektif dan efisien, untuk menciptakan dan menambah kegunaan (*utility*) sesuatu barang atau jasa. Dengan pengertian ini, maka dalam istilah manajemen tercakup semua kegiatan atau aktivitas yang menghasilkan barang atau jasa, serta kegiatan-kegiatan yang mendukung atau menunjang usaha untuk menghasilkan barang atau jasa itu. Sehingga dengan demikian dapatlah disadari bahwa manajemen produksi dan operasi selalu terdapat dan berguna bagi hampir semua organisasi, seperti pabrik pengolahan atau industri manufaktur, perhotelan, perdagangan, perbengkelan, rumah sakit, perkebunan, pelayanan dan lain sebagainya (Assauri, 2008).

2.2 Pengertian Proses Produksi

Proses produksi dapat diartikan sebagai cara, metode dan teknik untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan sumber-sumber (tenaga kerja, mesin, bahan-bahan dan dana) yang ada (Assauri, 2008).

2.2.1 Jenis-jenis Proses Produksi

Proses produksi dapat dibedakan atas dua jenis (Assauri, 2008), yaitu :

1. Proses produksi yang terus menerus (*continuous process/manufacturing*), menggunakan mesin-mesin untuk dipersiapkan (*set up*) dalam memproduksi produk dalam jangka waktu yang panjang/lama tanpa mengalami perubahan dan prosesnya terus-menerus selama jenis produk yang sama dikerjakan.
2. Proses produksi yang terputus-putus (*intermittent process/manufacturing*), menggunakan mesin-mesin untuk dipersiapkan (*set up*) dalam memproduksi barang dalam jangka waktu yang pendek dan kemudian diubah atau dipersiapkan (*set up*) kembali untuk memproduksi produk lain serta prosesnya terputus-putus tergantung dari produk yang dikerjakan.

2.2.2 Penentuan Jenis Proses Produksi Suatu Perusahaan Pabrik

Untuk dapat menentukan jenis proses produksi suatu perusahaan pabrik, maka perlu dilihat atau diketahui sifat-sifat dari proses produksi perusahaan pabrik tersebut. Setelah itu kita perlu mengetahui sifat-sifat atau ciri-ciri dari proses produksi yang terus menerus dan proses produksi yang terputus-putus. Sifat-sifat atau ciri-ciri proses produksi tersebut adalah sebagai berikut (Assauri, 2008) :

1. Proses produksi yang terus menerus (*continuous process/manufacturing*)
 - a. Biasanya produk yang dihasilkan dalam jumlah yang besar (produksi massa) dengan variasi yang sangat kecil dan sudah distandarisasikan.
 - b. Proses seperti ini biasanya menggunakan sistem atau cara penyusunan peralatan berdasarkan urutan pengerjaan dari produk yang dihasilkan, yang disebut *product layout* atau *departementation by product*.
 - c. Mesin-mesin yang dipakai dalam proses produksi seperti ini adalah mesin-mesin yang bersifat khusus untuk menghasilkan produk tersebut, yang dikenal dengan nama *Special Purpose Machines*.
 - d. Oleh karena mesin-mesinnya bersifat khusus dan biasanya agak otomatis, maka pengaruh individual operator terhadap produk yang

- dihasilkan kecil sekali, sehingga operatornya tidak perlu mempunyai keahlian atau *skill* yang tinggi untuk pengerjaan produk tersebut.
- e. Apabila terjadi salah satu mesin/peralatan terhenti atau rusak, maka seluruh proses produksi akan terhenti.
 - f. Oleh karena mesin-mesinnya bersifat khusus dan variasi dari produknya kecil maka *job structure*-nya sedikit dari jumlah tenaga kerjanya tidak perlu banyak.
 - g. Persediaan bahan mentah dan bahan dalam proses adalah lebih rendah daripada *intermittent process/manufacturing*.
 - h. Oleh karena mesin-mesin yang dipakai bersifat khusus maka proses seperti ini membutuhkan *maintenance specialist* yang mempunyai pengetahuan dan pengalaman yang banyak.
 - i. Biasanya bahan-bahan dipindahkan dengan peralatan *handling* yang *fixed (fixed path equipment)* yang menggunakan tenaga mesin seperti ban berjalan (*conveyor*).
2. Proses produksi yang terputus-putus (*intermittent process/manufacturing*)
- a. Biasanya produk yang dihasilkan dalam jumlah yang sangat kecil dengan variasi yang sangat besar (berbeda) dan didasarkan atas pesanan.
 - b. Proses seperti ini biasanya menggunakan sistem, atau cara penyusunan peralatan berdasarkan atas fungsi dalam proses produksi atau peralatan yang sama dikelompokkan pada tempat yang sama, yang disebut dengan *process lay out* atau *departmentation by equipment*.
 - c. Mesin-mesin yang dipakai dalam proses produksi seperti ini adalah mesin-mesin yang bersifat umum yang dapat digunakan untuk menghasilkan bermacam-macam produk dengan variasi yang hampir sama, mesin ini dikenal dengan nama *General Purpose Machines*.
 - d. Oleh karena mesin-mesinnya bersifat umum dan biasanya kurang otomatis, maka pengaruh individual operator terhadap produk yang dihasilkan sangat besar, sehingga operatornya perlu mempunyai keahlian atau *skill* yang tinggi dalam pengerjaan produk tersebut.

- e. Proses produksinya tidak mudah/akan terhenti walaupun terjadi kerusakan atau terhentinya salah satu mesin atau peralatan.
- f. Oleh karena mesin-mesinnya bersifat umum dan variasi dari produknya besar, maka terhadap pekerjaan (*job*) yang bermacam-macam menimbulkan pengawasan (*control*)-nya lebih sukar.
- g. Persediaan bahan mentah biasanya tinggi, karena tidak dapat ditentukan pesanan apa yang akan dipesan oleh pembeli dan juga persediaan bahan dalam proses lebih tinggi daripada *continuous process/manufacturing*, karena prosesnya terputus-putus/terhenti-henti.
- h. Biasanya bahan-bahan dipindahkan dengan peralatan *handling* yang dapat fleksibel (*variedpath equipment*) yang menggunakan tenaga manusia seperti kereta dorong atau *forklift*.
- i. Dalam proses seperti ini sering dilakukan pemindahan bahan yang bolak-balik sehingga perlu adanya ruangan gerak (*aiste*) yang besar dan ruangan tempat bahan-bahan dalam proses (*work in process*) yang besar.

2.3 Mesin dan Peralatan

Yang dimaksudkan dengan mesin adalah suatu peralatan yang digerakkan oleh suatu kekuatan/tenaga yang dipergunakan untuk membantu manusia dalam mengerjakan produk atau bagian-bagian produk tertentu. Dalam peralatan ini di samping mesin juga dikenal "*tools*" yaitu setiap instrumen atau perkakas yang kecil sekali yang dipergunakan untuk melakukan pekerjaan dalam mengerjakan produk atau bagian-bagian produk (Assauri, 2008).

2.4 Jenis-jenis Mesin

Jenis-jenis mesin yang ada banyak sekali variasinya, tetapi pada prinsipnya mesin-mesin ini dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu (Assauri, 2008) :

1. Mesin-mesin yang bersifat umum/serba guna (*general purpose machines*), merupakan suatu mesin yang dibuat untuk mengerjakan pekerjaan-

pekerjaan tertentu untuk berbagai jenis barang/produk atau bagian dari produk (*parts*). Contohnya mesin gergaji pemotong kayu.

2. Mesin-mesin yang bersifat khusus (*special purpose machines*), adalah mesin-mesin yang direncanakan dan dibuat untuk mengerjakan satu atau beberapa jenis kegiatan yang sama. Contohnya mesin pembuat gula pasir, mesin untuk semen dan mesin pembuat ban.

2.5 Penentuan Jenis Mesin Pada Suatu Perusahaan Pabrik

Untuk dapat menentukan jenis mesin pada suatu perusahaan pabrik, maka perlu dilihat atau diketahui sifat-sifat dari mesin-mesin yang dipergunakan di perusahaan pabrik tersebut. Setelah itu kita perlu mengetahui sifat-sifat atau ciri-ciri dari mesin-mesin serba guna/bersifat umum dan mesin-mesin yang bertujuan/bersifat khusus. Sifat-sifat atau ciri-ciri dari mesin-mesin tersebut (Assauri, 2008) adalah :

1. Mesin yang serba guna (*general purpose machines*)
 - a. Mesin-mesin seperti ini biasanya dibuat dengan bentuk standar dan selalu atas dasar untuk pasar (*ready stock*) dan bukan atas dasar pesanan. Oleh karena mesin-mesin ini mempunyai bentuk standar dan diproduksi dalam jumlah/volume yang besar (dalam bentuk *stock*), maka mesin-mesin ini biasanya harganya relatif lebih murah daripada mesin yang bertujuan khusus (*special purpose machines*) sehingga investasi dalam mesin ini biasanya relatif lebih murah.
 - b. Mesin-mesin serba guna ini sangat fleksibel penggunaannya, karena dengan beberapa macam operasi mesin ini dapat menghasilkan beberapa macam produk (dalam suatu variasi yang hampir sama), misalnya mesin bor dapat digunakan untuk mengebor kayu yang tipis atau yang tebal, cukup dengan mengganti giginya saja.
 - c. Oleh karena mesin ini bersifat umum atau serba guna, maka untuk membuat variasi atau fleksibilitas operasi, dibutuhkan adanya pekerja-pekerja yang terdidik dan berpengalaman atau mempunyai keahlian (*skill*) yang tinggi dalam melayani mesin-mesin tersebut. Di samping

itu, karena mesin-mesin ini biasanya tidak otomatis maka dibutuhkan pula adanya keahlian dari orang-orang yang mengecek hasil pekerjaan/operasi.

- d. Dengan adanya kemungkinan untuk menghasilkan beberapa jenis barang/produk sekaligus, maka diperlukan kegiatan pemeriksaan atau inspeksi atas apa yang dikerjakan pada mesin serba guna ini.
 - e. Oleh karena mesin-mesin serba guna ini biasanya tidak otomatis, untuk menjalankan mesin-mesin tersebut dibutuhkan banyak tenaga kerja terutama tenaga-tenaga ahli, maka operasi produksi yang menggunakan mesin ini membutuhkan biaya yang lebih mahal.
 - f. Biaya pemeliharaan mesin-mesin serba guna ini lebih murah dan kegiatan pemeliharaannya lebih murah, demikian juga penggantian (*replacement*) mesin lebih mudah dilakukan karena bentuk mesin-mesin ini standar.
 - g. Oleh karena penggunaan mesin ini serba guna (bersifat umum) maka mesin-mesin seperti ini tidak mudah ketinggalan zaman atau menjadi kuno/tua seperti mesin-mesin bersifat khusus (SPM).
2. Mesin yang bertujuan (*special purpose machines*)
- a. Mesin-mesin seperti ini biasanya dibuat atas dasar pesanan dan dalam jumlah atau volume yang kecil (sedikit). Oleh karena itu maka harga mesin-mesin ini biasanya relatif lebih mahal dibanding mesin-mesin serba guna (*general purpose machines*) sehingga investasi dalam mesin ini menjadi lebih mahal.
 - b. Mesin-mesin bersifat khusus ini biasanya agak otomatis, sehingga pekerjaannya lebih cepat, dan oleh karena itu dipergunakan dalam pabrik yang menghasilkan produknya dalam jumlah yang besar (produksi massal).
 - c. Oleh karena mesin-mesin ini agak otomatis, maka biasanya terdapat pekerjaan (*job*) yang lebih *uniform* dan jumlahnya lebih sedikit, sehingga dibutuhkan tenaga kerja yang lebih sedikit.

- d. Biaya pemeliharaan dari mesin-mesin ini adalah lebih mahal dari mesin-mesin serba guna (GPM), karena untuk kegiatan pemeliharaan mesin-mesin ini dibutuhkan tenaga-tenaga ahli yang khusus.
- e. Oleh karena mesin-mesin ini dipergunakan untuk produksi massal, maka biaya produksi/operasi per unit relatif lebih rendah.
- f. Mesin-mesin seperti ini tidak dapat dipergunakan untuk menghadapi perubahan dari produk yang diminta oleh konsumen atau pelanggan. Di samping itu, mesin-mesin ini sukar menghadapi perubahan tingkat permintaan, karena biasanya tingkat produksi (*rate of production*)-nya telah tertentu.
- g. Oleh karena penggunaan mesin ini untuk tujuan khusus/tertentu maka mesin-mesin seperti ini cepat ketinggalan zaman atau menjadi kuno (tua).

2.6 Pemeliharaan (*Maintenance*)

2.6.1 Pengertian dan Peranan Pemeliharaan

Maintenance dapat diartikan sebagai kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian/penggantian yang diperlukan supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan (Assauri, 2008).

Tujuan utama fungsi pemeliharaan adalah :

1. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
3. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijaksanaan perusahaan mengenai investasi tersebut.

4. Untuk mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan *maintenance* secara efektif dan efisien keseluruhannya.
5. Menghindari kegiatan *maintenance* yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.
6. Mengadakan suatu kerja sama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan, yaitu tingkat keuntungan atau *return of investment* yang sebaik mungkin dan total biaya yang terendah.

2.6.2 Jenis-jenis Pemeliharaan

Menurut Sofyan Assauri (2008) dalam bukunya "Manajemen Produksi dan Operasi", kegiatan pemeliharaan yang dilakukan dalam suatu perusahaan pabrik dapat dibedakan atas dua macam, yaitu :

1. *Preventive Maintenance*, adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. Dalam praktiknya *preventive maintenance* yang dilakukan oleh perusahaan pabrik dapat dibedakan :
 - a. *Routine maintenance*, adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin misalnya setiap hari.
 - b. *Periodic maintenance*, adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara berkala atau dalam jangka waktu tertentu, misalnya setiap satu minggu sekali, lalu meningkat setiap bulan sekali, dan akhirnya setiap satu tahun sekali.
2. *Corrective* atau *breakdown maintenance*, adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik.

Arman Hakim Nasution (2006) dalam bukunya "Manajemen Industri" menambahkan inspeksi sebagai salah satu jenis pemeliharaan. Inspeksi merupakan kegiatan pemeriksaan yang dimaksudkan untuk menentukan kondisi operasi sebuah komponen atau fasilitas baik secara visual atau dengan sebuah pengukuran tertentu.

2.6.3 Masalah Efisiensi dalam Pemeliharaan

Menurut Sofjan Assauri (2008) dalam bukunya "Manajemen Produksi dan Operasi", di dalam melaksanakan kegiatan *maintenance* terdapat dua persoalan yang dihadapi oleh suatu perusahaan pabrik yaitu :

1. Persoalan teknis, merupakan persoalan yang menyangkut usaha-usaha untuk menghilangkan kemungkinan-kemungkinan timbulnya kemacetan yang disebabkan karena kondisi fasilitas atau peralatan produksi yang tidak baik.
2. Persoalan ekonomis, merupakan persoalan yang menyangkut bagaimana usaha yang harus dilakukan supaya kegiatan *maintenance* yang dibutuhkan secara teknis dapat efisien dengan memperhatikan besarnya biaya yang terjadi.

2.6.4 Tugas-tugas Pemeliharaan

Semua tugas atau kegiatan pemeliharaan dapat digolongkan ke dalam salah satu dari lima tugas pokok berikut (Assauri, 2008) :

1. Inspeksi (*inspection*), kegiatan inspeksi meliputi kegiatan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala (*routine schedule check*) bangunan dan peralatan pabrik sesuai dengan rencana serta kegiatan pengecekan atau pemeriksaan terhadap peralatan yang mengalami kerusakan dan membuat laporan-laporan dari hasil pengecekan atau pemeriksaan tersebut.
2. Kegiatan teknik (*engineering*), kegiatan teknik meliputi kegiatan percobaan atas peralatan yang baru dibeli, dan kegiatan-kegiatan pengembangan peralatan atau komponen peralatan yang perlu diganti,

serta melakukan penelitian-penelitian terhadap kemungkinan pengembangan tersebut.

3. Kegiatan produksi, kegiatan produksi ini merupakan kegiatan pemeliharaan yang sebenarnya, yaitu memperbaiki dan mereparasi mesin-mesin dan peralatan.
4. Pekerjaan administrasi (*clerical work*), pekerjaan administrasi ini merupakan kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan-pencatatan mengenai biaya-biaya yang berhubungan dengan kegiatan pemeliharaan.
5. Pemeliharaan bangunan (*house keeping*), kegiatan pemeliharaan bangunan merupakan kegiatan untuk menjaga agar bangunan gedung tetap terpelihara dan terjamin kebersihannya.

2.7 Uji Penentuan Distribusi Data

Uji penentuan distribusi digunakan untuk mengetahui pola distribusi dari data-data yang dimiliki. Terdapat beberapa uji untuk mengetahui distribusi dari data yang dimiliki, yaitu salah satunya adalah *Kolmogorov-Smirnov Test*. Uji *Kolmogorov-Smirnov* digunakan untuk penentuan distribusi data kontinu dengan jumlah sampel yang kecil. Distribusi yang diijinkan untuk diestimasi dalam uji K-S ini adalah :

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Weibull
3. Distribusi Eksponensial

Cara melakukan uji penentuan distribusi untuk data-data yang didapat dari *output Statgraph for windows*. Uji hipotesa dilakukan untuk mengetahui apakah data berdistribusi sesuai dengan distribusinya dengan cara membandingkan nilai *modified form* atau D_n uji dengan nilai *modified critical value* atau $D_n \alpha$:

H_0 : Data berdistribusi sesuai dengan distribusinya

H_1 : Data tidak berdistribusi sesuai dengan distribusinya

Menurut Ebeling (1997) jika nilai D_n uji $< D_n \alpha$ (D_n Tabel) dengan $\alpha = 0.05$ maka H_0 diterima. D merupakan deviasi (penyimpangan) sedangkan n jumlah data (www.digilib.petra.ac.id).

2.8 Reliability (Keandalan)

Reliability adalah probabilitas dari suatu item untuk dapat melaksanakan fungsi yang telah ditetapkan, pada kondisi pengoperasian dan lingkungan tertentu untuk periode waktu yang telah ditentukan (Kales, 1998).

Tujuan utama dari sistem perawatan adalah menjaga proses produksi agar berjalan dalam kondisi operasi optimum. Optimum disini berarti dapat memenuhi permintaan yang diterima dengan memperhatikan minimasi biaya yang diperlukan, usaha ini juga berarti menjaga keandalan setiap fasilitas atau proses produksi secara keseluruhan (Nasution, 2006).

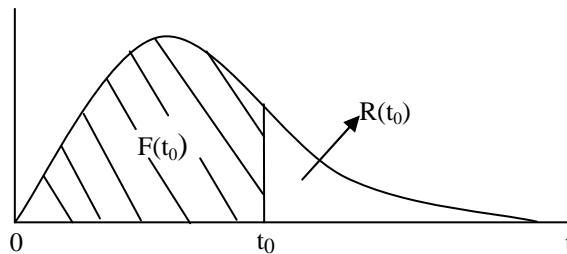
Peluang kerusakan pada saat t dengan $f(t)$ dengan prinsip integral akan didapat peluang kumulatif kerusakan sampai t_0 sebesar (Nasution, 2006) :

$$F(t) = \int_0^{t_0} f(t)dt \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

$F(t)$: Peluang Kerusakan

Yang secara grafik dapat digambarkan dengan fungsi padat peluang berikut ini :



Gambar 2.1 Fungsi Padat Peluang Kerusakan (Sumber : Nasution, 2006)

Dengan mengingat bahwa jumlah total peluang adalah satu, kita dapat mencari luasan yang tidak diarsir sebagai berikut :

$$R(t_0) = 1 - F(t_0) \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

Nilai $R(t_0)$ inilah yang dimaksud dengan keandalan sebuah fasilitas atau proses produksi pada saat t_0 .

2.9 Model Distribusi

Model dari suatu probabilitas kerusakan suatu peralatan dapat dicocokkan dengan distribusi statistik. Dalam analisa keandalan ada beberapa distribusi statistik yang umum digunakan. Distribusi statistik yang digunakan tergantung pada karakteristik kerusakan yang terjadi.

2.9.1 Distribusi Normal

Suatu pola distribusi yang banyak dipakai dalam penelitian adalah distribusi normal atau distribusi Gauss. Distribusi ini menyerupai bentuk lonceng dengan nilai rerata \bar{X} (Reksoatmodjo, 2009).

Sedangkan untuk menghitung fungsi keandalan pada distribusi normal (Anggono, 2005).

$$R(t) = 1 - \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t \exp\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] \dots\dots\dots(2.3)$$

Untuk perhitungan nilai *Mean Time To Failure* (MTTF) pada distribusi normal sama dengan nilai μ .

2.9.2 Distribusi Weibull

Distribusi *Weibull* banyak digunakan di bidang rekayasa (*engineering*) terutama untuk menginterpretasi data kelelahan (*fatigue*) dan gejala-gejala yang berkaitan dengan umur suatu peralatan atau mesin, misalnya untuk menentukan rerata waktu antara *overhaul* (*mean time between overhaul*, MTBO) mesin suatu pesawat terbang (Reksoatmodjo, 2009).

Perhitungan fungsi keandalan pada distribusi weibull adalah sebagai berikut (Anggono, 2005) :

$$R(t) = e^{\left[-\left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha\right]} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$MTTF = \beta \cdot \Gamma\left[\frac{1}{\alpha} + 1\right] \dots\dots\dots(2.5)$$

$$\Gamma(n) = \int_0^{\infty} x^{n-1} e^{-x} dx \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

2.9.3 Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial merupakan keadaan khusus dari distribusi *Weibull*. Distribusi ini sangat berguna untuk menganalisa laju kegagalan (*failure rate*) dari suatu sistem (Reksoatmodjo, 2009).

Fungsi keandalan pada distribusi eksponensial dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini (Anggono, 2005) :

$$R(t) = \exp(-\lambda.t) \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \quad \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

λ : Laju kegagalan/kerusakan

2.10 Mean Time To Failure (MTTF)

Mean Time To Failure (MTTF) adalah nilai rata-rata waktu kegagalan dari sebuah sistem. MTTF hanya berlaku untuk mesin-mesin atau peralatan yang apabila mengalami kerusakan maka komponen tersebut harus diganti. MTTF juga berguna untuk mengetahui tingkat kemampuan dari peralatan yang digunakan. MTTF digunakan untuk menyatakan angka ekspektasi masa pakai suatu peralatan atau komponen (Anggono, 2005).

2.11 Mean Time Between Failure (MTBF)

Mean Time Between Failure (MTBF) adalah nilai rata-rata antar waktu kegagalan dari sebuah sistem. MTBF digunakan untuk unit-unit atau peralatan tereparasi yang apabila peralatan atau komponen tersebut rusak dapat diperbaiki kembali (Anggono, 2005).

Perhitungan nilai MTBF dengan laju kegagalan rata-rata dirumuskan dengan (Kales, 1998) :

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} \quad \dots\dots\dots(2.9)$$

2.12 Sistem Rangkaian Seri dan Paralel

2.12.1 Sistem Rangkaian Seri

Suatu sistem dapat dimodelkan dengan susunan seri jika komponen-komponen yang ada didalam sistem itu harus bekerja atau berfungsi seluruhnya agar sistem tersebut sukses dalam menjalankan misinya. Atau dengan kata lain bila ada satu komponen saja yang tidak bekerja, maka akan mengakibatkan sistem itu gagal menjalankan fungsinya. Sistem yang mempunyai susunan seri dapat dikategorikan sebagai sistem yang tidak berlebihan. Secara matematis, sistem keandalan rangkaian seri dirumuskan (Kales, 1998) :

$$R_{sys} = R_1 \times R_2 \times \dots \times R_n \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan :

R_{sys} : Keandalan Rangkaian Seri

R_n : Keandalan dari elemen sistem

Untuk perhitungan nilai MTBF pada sistem rangkaian seri :

$$MTBF = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \lambda_i} = \frac{1}{sysFR} \dots\dots\dots(2.11)$$

2.12.2 Sistem Rangkaian Paralel

Suatu sistem dapat dimodelkan dengan susunan paralel jika seluruh komponen-komponen yang ada di dalam sistem itu gagal berfungsi maka akan mengakibatkan sistem itu gagal menjalankan fungsinya. Sistem yang memiliki konfigurasi paralel dapat dikategorikan sebagai sistem yang sangat berlebihan. Perhitungan keandalan pada rangkaian paralel (Kales, 1998) :

$$R_{sys} = 1 - Q_{sys} = 1 - Q_1 \times Q_2 \times \dots \times Q_n \dots\dots\dots(2.12)$$

2.12.3 Sistem Gabungan Seri-Paralel

Susunan seri atau paralel merupakan susunan dasar yang akan dipakai untuk menganalisa sistem yang mempunyai susunan yang lebih kompleks. Blok diagram keandalan yang lebih kompleks akan mempunyai struktur gabungan antara susunan seri dan paralel. Prinsip dasar yang dipakai untuk menyelesaikan

konfigurasi yang kompleks ini adalah dengan mereduksi konfigurasi yang kompleks ini secara berurutan dengan jalan menyederhanakan blok yang mempunyai struktur seri atau paralel terlebih dahulu menjadi blok diagram yang ekuivalen.

2.13 Keputusan Penggantian Komponen (*Replacement Decision*)

2.13.1 Model Penggantian Komponen yang Optimal

Model penggantian komponen yang optimal dilakukan pada selang waktu tertentu serta memperhitungkan juga probabilitas terjadinya penggantian komponen akibat kerusakan (*failure replacement*) pada selang waktu tersebut (Anggono, 2005).

2.13.2 Model Perhitungan Total Ekspektasi Biaya Penggantian

Tujuan dari penentuan interval waktu penggantian komponen mesin yang optimal adalah untuk meminimumkan total ekspektasi biaya penggantian komponen per satuan waktu. Rumus tersebut harus mempertimbangkan probabilitas komponen tersebut andal ataupun gagal pada selang waktu tertentu tersebut (Anggono, 2005).

Biaya penggantian komponen terdiri dari biaya *failure replacement* dan biaya *preventive replacement*. Perhitungan kedua biaya tersebut adalah (Anggono, 2005) :

$$CF = (\text{Biaya Tenaga Kerja/jam} + \text{Biaya Kehilangan Produksi/jam} + \text{Biaya Operator Menganggur/jam} \times \text{Waktu Baku} \\ \text{Failure Replacement}) + \text{Harga Komponen} \dots \dots \dots (2.13)$$

$$CP = (\text{Biaya Tenaga Kerja/jam} \times \text{Waktu Baku Preventive} \\ \text{Replacement}) + \text{Harga Komponen} \dots \dots \dots (2.14)$$

Keterangan :

CF = Biaya *Failure Replacement*

CP = Biaya *Preventive Replacement*

Model matematika dari total ekspektasi biaya penggantian komponen per satuan waktu adalah sebagai berikut (Anggono, 2005) :

$$TC(tp) = \frac{[Cp * R(tp)] + [Cf * F(tp)]}{tp} \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

TC (tp)= Total ekspektasi biaya penggantian komponen per satuan waktu

Cp = Biaya akibat *preventive replacement*

Cf = Biaya akibat *failure replacement*

R(tp) = Probabilitas komponen andal selama waktu tp

F(tp) = Probabilitas komponen gagal (tidak andal) selama waktu tp

tp = Waktu Optimal

2.14 Pengukuran Waktu

Pengukuran waktu adalah pekerjaan mengamati dan mencatat waktu-waktu kerjanya baik setiap elemen maupun siklus dengan menggunakan alat-alat yang telah disiapkan. Bila operator telah siap didepan mesin atau ditempat kerja lain yang waktu kerjanya akan diukur, maka pengukuran memilih posisi tempat dia berdiri mengamati dan mencatat. Posisi ini hendaknya sedemikian rupa sehingga operator tidak terganggu gerakan-gerakannya ataupun merasa canggung karena terlampau merasa diamati, misalnya pengukur berdiri didepan operator. Posisi inipun hendaknya memudahkan pengukur mengamati jalannya pekerjaan sehingga dapat mengikuti dengan baik saat-saat suatu siklus/elemen bermula dan berakhir. Umumnya posisi agak menyimpang dibelakang operator sejauh 1,5 meter merupakan tempat yang baik (Sutalaksana, 1979).

2.15 Tingkat Ketelitian dan Tingkat Keyakinan

Tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan adalah pencerminan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengukur setelah memutuskan tidak akan melakukan pengukuran yang sangat banyak. Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Hal ini biasanya dinyatakan dalam persen (dari waktu penyelesaian sebenarnya, yang seharusnya dicari). Sedangkan tingkat keyakinan menunjukkan besarnya

keyakinan pengukur bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian tadi. Inipun dinyatakan dalam persen (Sutalaksana, 1979).

2.16 Perhitungan Waktu Baku

Jika pengukuran-pengukuran telah selesai, yaitu semua data yang didapat memiliki keseragaman yang dikehendaki dan jumlahnya telah memenuhi tingkat-tingkat ketelitian dan keyakinan yang diinginkan, maka selesailah kegiatan pengukuran waktu. Langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut sehingga memberikan waktu baku. Cara untuk mendapatkan waktu baku dari data yang terkumpul itu adalah sebagai berikut (Sutalaksana, 1979) :

1. Hitung waktu siklus rata-rata dengan :

$$W_s = \frac{\sum X_j}{N} \dots\dots\dots(2.16)$$

2. Hitung waktu normal

$$W_n = W_s \times P \dots\dots\dots(2.17)$$

3. Hitung waktu baku

$$W_b = W_n + (W_n \times \ell) \dots\dots\dots(2.18)$$

Keterangan :

W_s : Waktu Siklus Rata-rata

$\sum (X_j)$: Sigma (Jumlah) waktu pengukuran

N : Jumlah Pengukuran

W_n : Waktu Normal

P : Penyesuaian

ℓ : Kelonggaran

2.17 Faktor Penyesuaian dan Faktor Kelonggaran

2.17.1 Faktor Penyesuaian

Setelah pengukuran berlangsung, pengukur harus mengamati kewajaran kerja yang ditunjukkan operator. Ketidakwajaran dapat saja terjadi misalnya bekerja tanpa kesungguhan, sangat cepat seolah-olah diburu waktu, atau karena menjumpai kesulitan-kesulitan seperti karena kondisi ruangan yang buruk. Sebab-

sebab seperti ini mempengaruhi kecepatan kerja yang berakibat terlalu singkat atau terlalu panjangnya waktu penyelesaian. Hal ini jelas tidak diinginkan karena waktu baku yang dicari adalah waktu yang diperoleh dari kondisi dan cara kerja yang baku yang diselesaikan secara wajar. Andai kata ketidakwajaran ada maka pengukur harus mengetahuinya dan menilai seberapa jauh hal itu terjadi. Penilaian perlu diadakan karena berdasarkan inilah penyesuaian dilakukan. Jadi jika pengukur mendapatkan harga rata-rata siklus/elemen yang diketahui diselesaikan dengan kecepatan yang tidak wajar oleh operator, maka agar harga rata-rata tersebut menjadi wajar, pengukur harus menormalkannya dengan melakukan penyesuaian (Sutalaksana, 1979).

Cara *Westinghouse* mengarahkan penilaian pada 4 faktor yang dianggap menentukan kewajaran atau ketidakwajaran dalam bekerja yaitu keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. Setiap faktor terbagi kedalam kelas-kelas dengan nilainya masing-masing (Sutalaksana, 1979) :

1. Keterampilan atau *Skill* didefinisikan sebagai kemampuan mengikuti cara kerja yang ditetapkan. Latihan dapat meningkatkan keterampilan, tetapi hanya sampai ke tingkat tertentu saja, tingkat mana merupakan kemampuan maksimal yang dapat diberikan pekerja yang bersangkutan. Secara psikologis keterampilan merupakan *aptitude* (keserasian) untuk pekerjaan yang bersangkutan. Keterampilan dapat juga menurun yaitu bila telah terlampau lama tidak menangani pekerjaan tersebut, atau karena sebab-sebab lain seperti karena kesehatan terganggu, rasa *fatigue* yang berlebihan, pengaruh lingkungan sosial dan sebagainya.
2. Usaha atau *Effort* adalah kesungguhan yang ditunjukkan atau diberikan operator ketika melakukan pekerjaannya.
3. Kondisi Kerja atau *Condition* adalah kondisi fisik lingkungannya seperti keadaan pencahayaan, temperatur dan kebisingan ruangan. Bila tiga faktor lainnya yaitu keterampilan, usaha dan konsistensi merupakan apa yang dicerminkan operator, maka kondisi kerja merupakan sesuatu diluar operator yang diterima apa adanya oleh operator tanpa banyak kemampuan merubahnya.

4. Konsistensi atau *Consistency* merupakan faktor yang perlu diperhatikan karena kenyataan bahwa pada setiap pengukuran waktu angka-angka yang dicatat tidak pernah semuanya sama, waktu penyelesaian yang ditunjukkan pekerja selalu berubah-ubah dari satu siklus ke siklus lainnya, dari jam ke jam, bahkan dari hari ke hari.

Angka-angka yang diberikan bagi setiap kelas dari faktor-faktor di atas diperhatikan pada tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Penyesuaian Menurut *Westinghouse*

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Keterampilan	Superskil	A1	+ 0.15
		A2	+ 0.13
	Excelent	B1	+ 0.11
		B2	+ 0.08
	Good	C1	+ 0.06
		C2	+ 0.03
	Average	D	0.00
	Fair	E1	- 0.05
		E2	- 0.10
	Poor	F1	- 0.16
		F2	- 0.22
Usaha	Excessive	A1	+ 0.13
		A2	+ 0.12
	Excellent	B1	+ 0.10
		B2	+ 0.08
	Good	C1	+ 0.05
		C2	+ 0.02
	Average	D	0.00
	Fair	E1	- 0.04
		E2	- 0.08
	Poor	F1	- 0.12
		F2	- 0.17
Kondisi Kerja	Ideal	A	+ 0.06
	Excellent	B	+ 0.04
	Good	C	+ 0.02
	Average	D	0.00
	Fair	E	- 0.03
	Poor	F	- 0.07
Konsistensi	Perfect	A	+ 0.04
	Excellent	B	+ 0.03
	Good	C	+ 0.01
	Average	D	0.00
	Fair	E	- 0.02
	Poor	F	- 0.04

Sumber : Satalaksana (1979)

2.17.2 Faktor Kelonggaran

Kelonggaran diberikan untuk tiga hal yaitu kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa *fatigue*, dan hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan. Ketiganya ini merupakan hal-hal yang secara nyata dibutuhkan oleh pekerja, dan yang selama pengukuran tidak diamati, diukur, dicatat ataupun dihitung. Karenanya sesuai pengukuran dan setelah mendapatkan waktu normal, kelonggaran perlu ditambahkan (Sutalaksana, 1979) :

1. Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi, yang termasuk kedalam kebutuhan pribadi disini adalah hal-hal seperti minum sekadarnya untuk menghilangkan rasa haus, ke kamar kecil, bercakap-cakap dengan teman sekerja sekadar untuk menghilangkan ketegangan ataupun kejemuhan dalam kerja.
2. Kelonggaran untuk menghilangkan rasa *fatigue*, rasa *fatigue* tercermin antara lain dari menurunnya hasil produksi baik jumlah maupun kualitas. Karenanya salah satu cara untuk menentukan besarnya kelonggaran ini adalah dengan melakukan pengamatan sepanjang hari kerja dan mencatat pada saat-saat dimana hasil produksi menurun. Tetapi masalahnya adalah kesulitan kedalam menentukan pada saat-saat mana menurunnya hasil produksi disebabkan oleh timbulnya rasa *fatigue* karena masih banyak kemungkinan lain yang dapat menyebabkannya.
3. Kelonggaran untuk hambatan-hambatan tak terhindarkan, dalam melaksanakan pekerjaannya pekerja tidak akan lepas dari berbagai hambatan. Beberapa hambatan yang tak terhindarkan adalah menerima atau meminta petunjuk kepada pengawas, melakukan penyesuaian-penyesuaian mesin, memperbaiki kemacetan-kemacetan singkat seperti mengganti alat potong yang patah, memasang kembali ban yang lepas dan sebagainya, mengasah peralatan potong serta mengambil alat-alat khusus atau bahan-bahan khusus dari gudang.

Tabel 2.2 Besarnya Kelonggaran Berdasarkan Faktor-faktor yang Berpengaruh

Faktor		Contoh Pekerjaan	Kelonggaran (%)		
A.	Tenaga yang dikeluarkan		Ekivalen Beban	Pria	Wanita
1.	Dapat diabaikan	Bekerja dimeja, duduk	Tanpa Beban	0.0 – 6.0	0.0 – 6.0
2.	Sangat ringan	Bekerja dimeja, berdiri	0.00 – 2.25 kg	6.0 – 7.5	6.0 – 7.5
3.	Ringan	Menyekop, ringan	2.25 – 9.00	7.5 – 12.0	7.5 – 16.0
4.	Sedang	Mencangkul	9.00 – 18.00	12.0 – 19.0	16 – 30
5.	Berat	Mengayun palu yang berat	19.00 – 27.00	19.0 – 30.0	
6.	Sangat berat	Memanggul beban	27.00 – 50.00	30.0 – 50.0	
7.	Luar biasa berat	Memanggul karung berat	Diatas 50 kg		
B.	Sikap Kerja				
1.	Duduk	Bekerja duduk, ringan		0.00 – 1.0	
2.	Berdiri diatas dua kaki	Badan tegak, ditumpu dua kaki		1.0 – 2.5	
3.	Berdiri diatas satu kaki	Satu kaki mengerjakan alat kontrol		2.5 – 4.0	
4.	Berbaring	Pada bagian sisi, belakang atau depan badan		2.5 – 4.0	
5.	Membungkuk	Badan dibungkukkan bertumpu pada kedua kaki		4.0 - 10	
C.	Gerakan Kerja				
1.	Normal	Ayunan bebas dari palu		0	
2.	Agak terbatas	Ayunan terbatas dari palu		0 – 5	
3.	Sulit	Membawa beban berat dengan satu tangan		0 – 5	
4.	Pada anggota-anggota badan terbatas	Bekerja dengan tangan di atas kepala		5 – 10	
5.	Seluruh anggota badan terbatas	Bekerja dilorong pertambangan yang sempit		10 – 15	
D.	Kelelahan Mata *)			Pencapaian baik	Buruk
1.	Pandangan yang terputus-terputus	Membawa alat ukur		0.0 – 6.0	0.0 – 6.0
2.	Pandangan yang hamper terus menerus	Pekerjaan-pekerjaan yang teliti		6.0 – 7.5	6.0 – 7.5
3.	Pandangan terus-menerus dengan Fokus berubah-ubah	Memeriksa cacat-cacat pada kain		7.5 – 12.0	7.5 – 16.0
4.	Pandangan terus-menerus dengan focus tetap	Pemeriksaan yang sangat teliti		12.0 – 19.0	16.0 – 30.0
				19.0 – 30.0	
				30.0 – 50.0	
E.	Keadaan temperature tempat kerja **)	Temperatur (°C)	Kelemahan normal	Berlebihan	
1.	Beku	dibawah 0	diatas 10	diatas 12	
2.	Rendah	0 – 13	10 – 0	12 – 5	
3.	Sedang	13 – 22	5 – 0	8 – 0	
4.	Normal	22 – 28	0 – 5	0 – 8	
5.	Tinggi	28 – 38	5 – 40	8 – 100	
6.	Sangat tinggi	diatas 38	diatas 40	diatas 100	
F.	Keadaan Atmosfer ***)				
1.	Baik	Ruang yang berventilasi baik, udara segar		0	
2.	Cukup	Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan (tidak berbahaya)		0 – 5	
3.	Kurang baik	Adanya debu-debu beracun, atau tidak beracun tetapi banyak		5 – 10	
4.	Buruk	Adanya bau-bauan berbahaya yang mengharuskan menggunakan alat-alat pernapasan		10 - 20	

Tabel 2.2 Besarnya Kelonggaran Berdasarkan Faktor-faktor yang Berpengaruh (Lanjutan)

	Faktor	Contoh Pekerjaan	Kelonggaran (%)
G.	Keadaan lingkungan yang baik		
1.	Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah		0
2.	Siklus kerja berulang-ulang antara 5 – 10 detik		0 - 1
3.	Siklus kerja berulang-ulang antara 0 – 5 detik		1 - 3
4.	Sangat bising		0 - 5
5.	Jika faktor-faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas		0 - 5
6.	Terasa adanya getaran lantai		5 – 10
7.	Keadaan-keadaan yang luar biasa (bunyi, kebersihan, dll)		5 – 15

Sumber : Satalaksana, 1979

Keterangan :

*) Kontras antara warna hendaknya diperhatikan

**) Tergantung juga pada keadaan ventilasi

***) Dipengaruhi juga oleh ketinggian tempat kerja dari permukaan laut dan keadaan iklim

2.18 Teknik Pengambilan Data

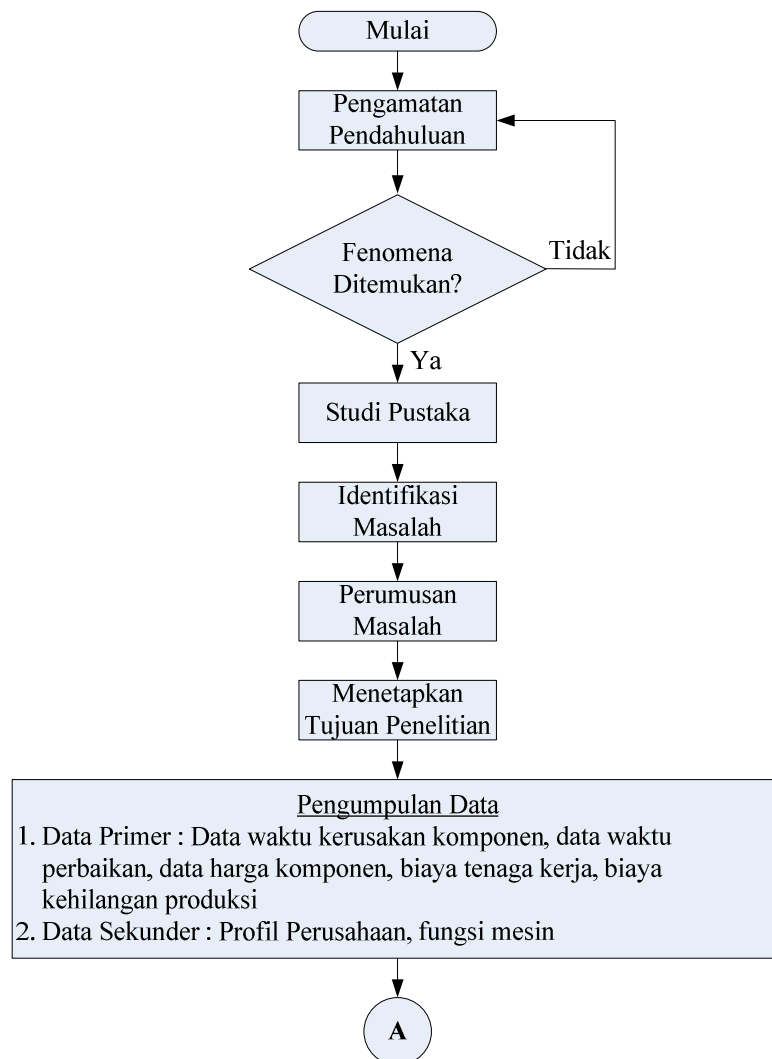
Pengertian data dari sudut ilmu sistem ilmu sistem informasi sebagai fakta-fakta maupun angka-angka yang secara relatif tidak berarti bagi pemakai (Husein Umar, 2008).

1. Data primer merupakan data yang didapat dari sumber pertama baik dari individu atau perseorangan seperti hasil dari wawancara atau hasil pengisian kuesioner yang biasa dilakukan oleh peneliti. Misalnya produsen suatu produk kosmetik ingin mengetahui perilaku konsumen terhadap produk tersebut, maka diadakanlah wawancara atau pengisian kuesioner pada konsumennya.
2. Data sekunder merupakan data primer yang telah diolah lebih lanjut dan disajikan baik oleh pihak pengumpul data primer atau oleh pihak lainnya, misalnya dalam bentuk tabel-tabel atau diagram-diagram. Data sekunder ini digunakan oleh peneliti untuk diproses lebih lanjut. Misalnya data tentang rating televisi yang didapat dari terbitan yang dikeluarkan oleh badan riset yang dikelola oleh swasta.

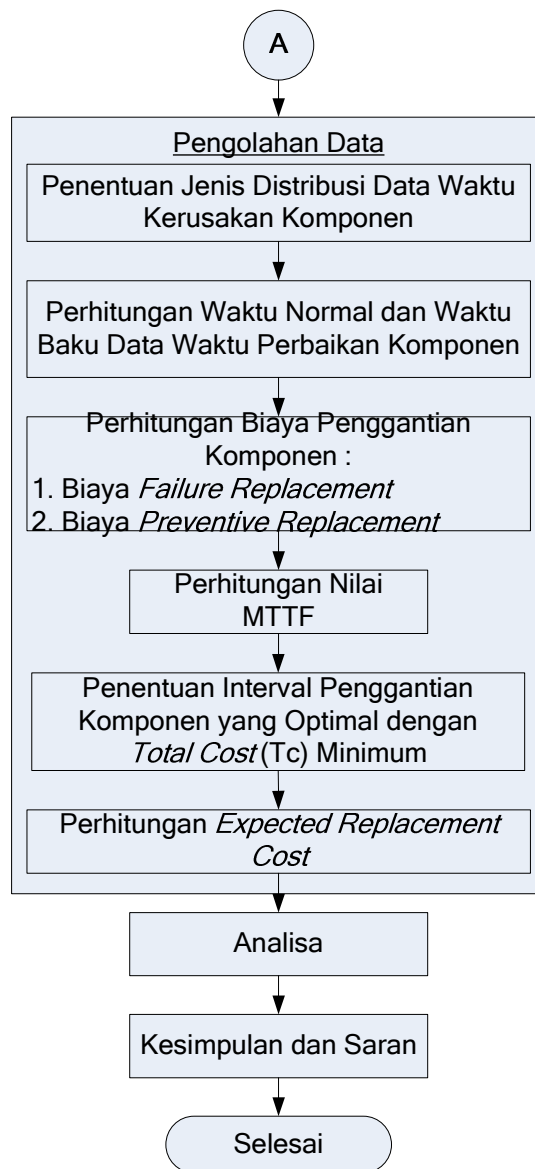
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Setiap penelitian dapat dikatakan signifikan apabila langkah-langkah yang ditempuh dapat dikategorikan tepat. Hal tersebut dikarenakan adanya langkah-langkah yang saling berhubungan antara satu dengan yang lain. Untuk membantu penyelesaian masalah dan metode yang diterapkan, maka diperlukan susunan langkah-langkah pemecahan masalah yang tepat, sehingga dengan demikian dapat dihasilkan solusi yang optimal. Langkah-langkah penelitian yang dilakukan mulai dari observasi awal (pengamatan pendahuluan) sampai dengan penarikan kesimpulan dan saran yang diterangkan melalui sub-sub bab di bawah ini :



Gambar 3.1 *Flow Chart* Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 *Flow Chart* Metodologi Penelitian (Lanjutan)

3.1 Pengamatan Pendahuluan

Pengamatan pendahuluan dilakukan melalui pengamatan terhadap situasi dan kondisi dari PT. Riau Crumb Rubber Factory. Pengamatan dilakukan untuk memperoleh informasi-informasi mengenai sistem manajemen perawatan mesin-mesin produksi yang diterapkan oleh perusahaan. Dari hasil pengamatan pendahuluan tersebut, penulis menemukan fenomena permasalahan, dimana terdapat pengurangan jumlah mesin produksi yang awalnya berjumlah 38 unit

mesin dan sekarang menjadi 32 unit mesin yang mampu beroperasi. Selain itu, besarnya *down time* atau *Total Lost Time* (TLT) akibat dari perbaikan mesin sebesar 1.229,5 jam. Setelah penulis menemukan fenomena permasalahan, maka selanjutnya penulis membuat judul penelitian yaitu “Perencanaan Interval Perawatan Mesin Produksi untuk Mengoptimalkan Biaya Perawatan Menggunakan *Preventive Maintenance System* pada PT. Riau Crumb Rubber Factory.”

3.2 Studi Pustaka

Studi Pustaka dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh teori-teori yang sesuai dengan permasalahan yang diteliti, sehingga mencapai tujuan penulisan. Secara umum fungsi studi kepustakaan adalah untuk mempertajam permasalahan, mencari dukungan fakta, informasi atau teori-teori dalam menentukan landasan teori atau kerangka berpikir. Penulis menjadikan skripsi/tugas akhir, jurnal ilmiah dan buku-buku literatur sebagai bahan untuk studi pustaka. Teori-teori yang mendukung permasalahan yang berkaitan dengan manajemen perawatan.

3.3 Identifikasi Masalah

Tahap ini merupakan suatu kegiatan berupa mencari sebanyak-banyaknya masalah yang sekiranya dapat dicarikan jawabannya melalui penelitian. Pencarian masalah-masalah ini tertumpu pada masalah pokok yang tercermin pada bagian latar belakang masalah di atas.

Dari hasil pengamatan pendahuluan yang dilakukan, peneliti menemukan adanya masalah yang terjadi pada PT. Riau Crumb Rubber Factory terutama berkaitan dengan penjadwalan perawatan mesin-mesin produksi. Untuk itu perlu dilakukan penelitian mengenai perencanaan interval perawatan mesin produksi untuk mengoptimalkan biaya perawatan menggunakan *preventive maintenance system* pada PT. Riau Crumb Rubber Factory.

3.4 Perumusan Masalah

Kriteria penelitian yang baik menghendaki rumusan masalah atau pertanyaan penelitian yang jelas dan tidak ambigu. Agar memudahkan peneliti dalam menentukan konsep-konsep teoritis yang ditelaah dan memilih metode pengujian data yang tepat, masalah penelitian sebaiknya dinyatakan dalam bentuk pertanyaan yang mengekspresikan secara jelas hubungan antara dua variabel atau lebih. Berdasarkan identifikasi masalah yang ada, maka dapat dirumuskan permasalahan pada penelitian ini adalah berapa interval waktu penggantian komponen yang optimal pada masing-masing mesin produksi dan berapa *expected replacement cost* dalam melakukan penggantian komponen mesin-mesin produksi pada PT. Riau Crumb Rubber Factory.

3.5 Menetapkan Tujuan Penelitian

Setelah merumuskan masalah yang didapat dari hasil identifikasi masalah maka dapat ditentukan tujuan yang akan dilakukan untuk menjawab masalah-masalah yang telah dirumuskan adalah menentukan interval waktu penggantian komponen yang optimal pada masing-masing mesin produksi dan membandingkan total biaya perencanaan dengan total biaya semula (perawatan korektif).

3.6 Pengumpulan Data

Data merupakan bahan baku utama yang akan dikaji. Kualitas dan kuantitas data akan menentukan kualitas dan kuantitas informasi yang dihasilkan. Dalam penelitian ini data yang dibutuhkan adalah data primer dan data sekunder.

3.6.1 Pengumpulan Data Primer

Data primer dalam penelitian ini adalah berupa data waktu kerusakan komponen, data waktu penggantian komponen, data harga komponen, biaya tenaga kerja dan biaya kehilangan produksi.

3.6.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder yang diambil pada penelitian ini terdiri dari profil perusahaan dan fungsi mesin.

3.7 Pengolahan Data

Berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan dari perusahaan, selanjutnya penulis melakukan pengolahan data. Pengolahan data dalam penelitian ini mengikuti tahap-tahap berikut :

1. Penentuan Jenis Distribusi Data Waktu Kerusakan Komponen.
2. Menentukan waktu normal dan waktu standar untuk waktu penggantian komponen dengan memperhatikan faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran.
3. Menghitung biaya penggantian komponen.
 - a. Biaya *Failure Replacement*
 - b. Biaya *Preventive Replacement*
4. Menghitung nilai fungsi keandalan dan nilai MTTF komponen.
5. Penentuan selang waktu penggantian komponen yang optimal dengan *Total Cost (TC) Minimum*.
6. Perhitungan *Expected Replacement Cost*.

3.8 Analisa

Setelah pengolahan data dilakukan, maka tahap selanjutnya adalah dilakukan analisa terhadap hasil pengolahan data. Analisa dilakukan terhadap selang waktu penggantian komponen dan biaya perawatan.

3.9 Kesimpulan dan Saran

Tahap akhir penelitian adalah membuat kesimpulan dari hasil penelitian berdasarkan tujuan yang ingin dicapai. Pada penelitian ini akan diketahui interval perawatan mesin produksi dengan mempertimbangkan biaya perawatan yang optimal.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil PT. Riau Crumb Rubber Factory

PT. Riau Crumb Rubber Factory adalah perusahaan yang bergerak dalam pengolahan karet mentah (ojol) menjadi barang setengah jadi (*crumb rubber*) yang kemudian di ekspor ke luar negeri. Perusahaan ini didirikan pada tahun 1969 dan merupakan perusahaan PMDN (Penanaman Modal Dalam Negeri). PT. Riau Crumb Rubber Factory beralamat di Jalan Kampung Sukaramai No. 63 Rumbai-Pekanbaru.

Jenis produk yang dihasilkan yaitu *crumb rubber* SIR-10 dan SIR-20 (*Standard Indonesia Rubber*). Yang membedakan antara kedua SIR ini adalah kadar air yang berbeda. Hal ini sesuai dengan permintaan perusahaan tujuan ekspor. Kapasitas mesin adalah 2.500 ton per bulan sedangkan hasil produksi rata-rata 2.200 ton per bulan. Mesin yang digunakan beroperasi dengan menggunakan pembangkit energi PLN 1.250 KVA.

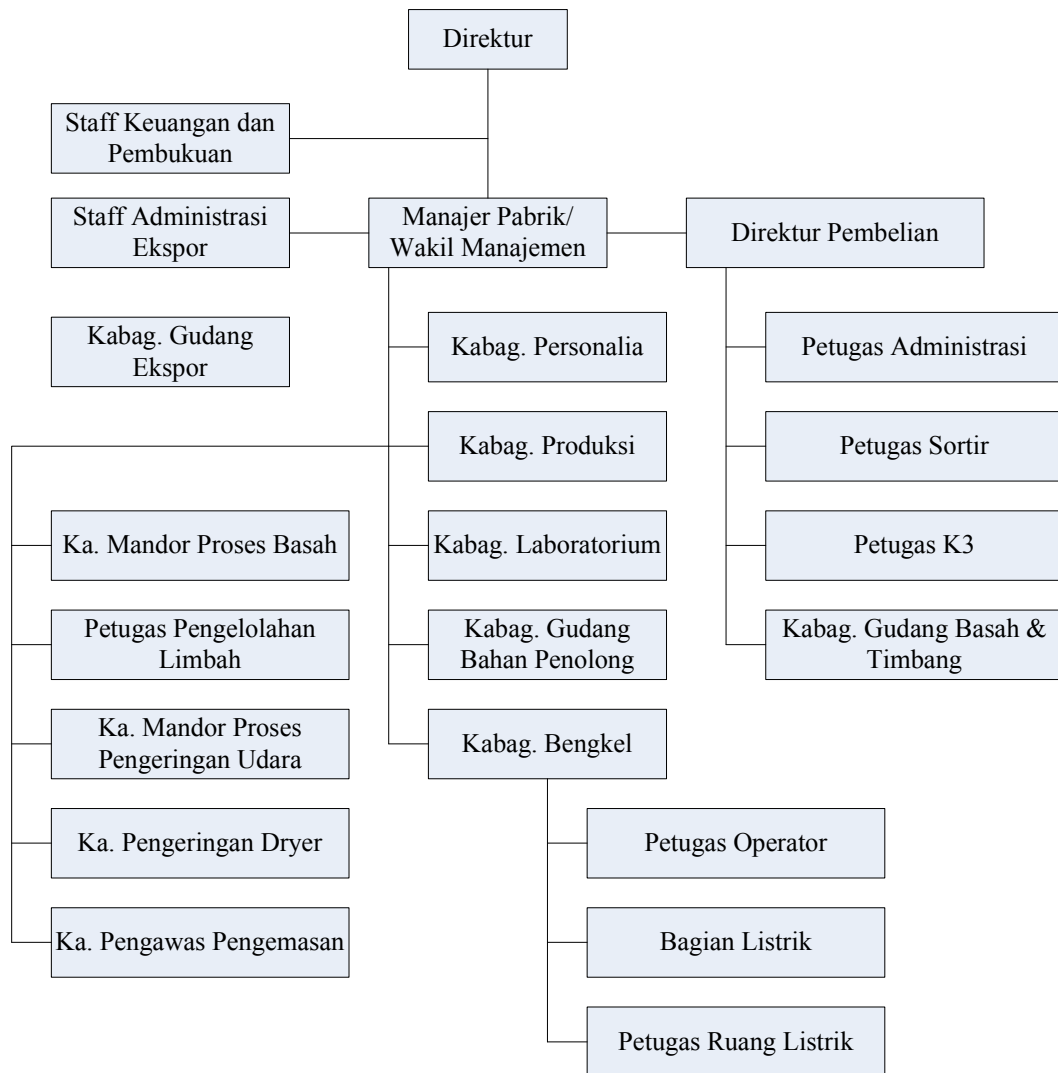
Tabel 4.1 Karyawan PT. Riau Crumb Rubber Factory (Orang)

No.	Bagian	Jumlah
1.	Penerimaan Bahan Baku Karet	25
2.	Gudang Bahan Baku	6
3.	Proses Produksi Basah	66
4.	Proses Produksi Kering	80
5.	Gudang Barang Jadi	8
6.	Laboratorium	8
7.	Satpam	10
8.	Perawatan	20
9.	Tata Usaha/Administrasi	40
10	Tenaga Harian	80
Jumlah Karyawan		343

Sumber : PT. Riau Crumb Rubber Factory (2010)

Dari Tabel 4.1 diatas, dapat diketahui bahwa dalam melakukan kegiatan proses produksinya PT. Riau Crumb Rubber Factory memperkerjakan karyawan sebanyak 343 orang.

Struktur organisasi PT. Riau Crumb Rubber Factory adalah berbentuk fungsional, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.1 Struktur Organisasi (Sumber: PT. Riau Crumb Rubber Factory, 2010)

Proses produksi yang dilakukan oleh perusahaan dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

1. Proses Produksi Basah

Adapun proses produksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

- a. Dari gudang bahan baku, karet di koyak dan dicuci dengan menggunakan *prebreaker* yang berjumlah 3 unit.

- b. Kemudian karet dihancurkan menjadi kepingan kecil dengan menggunakan *hammermill*. Alat ini berjumlah 3 unit. Disini karet dicuci lebih bersih lagi.
- c. Setelah karet dihancurkan, kemudian karet dibuat memanjang dalam bentuk lembaran-lembaran dan dibersihkan tahap akhir dengan menggunakan *creaper* dengan cara digiling.
- d. Karet yang telah digiling tadi lembarannya digantung di ruang gantungan (ruang pengeringan udara) selama \pm 20 hari.
- e. Setelah lembaran karet kering, kemudian lembaran karet tersebut dipotong dan dihancurkan menjadi butiran kecil seperti butiran jagung menggunakan *Hi-Speed Cutter*.

2. Proses Produksi Kering

Setelah proses basah selesai, kemudian dilakukan proses produksi kering, adapun proses yang terjadi dalam proses produksi kering adalah sebagai berikut:

- a. Karet yang telah dihancurkan oleh *Cutter* dimasukkan ke *dryer* dengan diisi ke dalam *trolly* dan dimasak selama 2,5 jam s/d 3 jam dengan suhu 140°C .
- b. Karet yang telah dimasak di *press* dengan masing-masing bal seberat 35 Kg, ukuran bal panjang 710 mm \times lebar 360 mm \times tinggi 160 mm. setelah dipress dimasukkan ke dalam kantong plastik, dan dimasukkan lagi ke dalam peti sebanyak 36 bal untuk satu peti = 1.260 Kg (barang jadi).

Dalam melakukan proses produksinya PT. Riau Crumb Rubber Factory menggunakan mesin-mesin sebagai berikut:

1. *Prebreaker* yang berjumlah 3 unit. Mesin ini setara dengan 75 tenaga kuda/*horse power* (HP) per unit. Fungsinya adalah mengoyak dan mencuci dengan air secukupnya.
2. *Hammermill*. Mesin ini berjumlah 3 unit dengan tenaga per unitnya setara dengan 150 HP. Fungsinya adalah menghancurkan karet menjadi kepingan kecil sehingga tercuci lebih bersih lagi.

3. *Creaper (Mangle)* yang berjumlah 21 unit dengan tenaga per unitnya setara dengan 40 HP. Fungsi dari alat ini adalah membersihkan karet tahap akhir dan membuat karet menjadi memanjang dalam bentuk lembaran-lembaran dengan ketebalan 5 mm s/d 10 mm.
4. *Hi-Speed Cutter*. Mesin ini berjumlah 2 unit dengan tenaga per unitnya setara dengan 50 HP. Fungsi alat ini adalah memotong dan menghancurkan karet lembaran yang diturunkan dari kamar gantung menjadi butiran kecil (seperti biji jagung).
5. *Dryer/Oven* yang berjumlah satu unit. Karet yang telah dihancurkan oleh *cutter*, dimasukkan ke *dryer* dengan diisikan ke dalam troli dalam bentuk persegi panjang (bal) dan dimasak selama 2,5 jam s/d 3 jam dengan suhu 140°C.
6. *Press* berjumlah 2 unit dengan tenaga per unitnya setara dengan 50 HP. Karet yang telah dimasak kemudian dipress dengan masing-masing bal seberat 35 Kg.

4.1.4 Data Harga Komponen

Bearing merupakan komponen kritis yang dilakukan penggantian pada hampir seluruh mesin produksi. Harga dari komponen tersebut bervariasi sesuai dengan fungsinya pada masing-masing mesin produksi. Berikut harga komponen *bearing* tersebut :

Tabel 4.4 Data Harga Komponen *Bearing*

No.	Mesin	Harga Rupiah
1.	Prebreaker	4.000.000
2.	Hammermill	3.000.000
3.	Creaper/Mangle	2.500.000
4.	Hi-Speed Cutter	1.800.000
5.	Dryer/Blower	1.000.000

Sumber : PT. Riau Crumb Rubber Factory (2010)

4.1.5 Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja adalah biaya yang dikeluarkan untuk melakukan penggantian komponen pada mesin-mesin produksi. Biaya tenaga kerja yang dikeluarkan oleh perusahaan bersifat tetap. Gaji yang diberikan oleh perusahaan untuk teknisi bagian perawatan menurut UMK tahun 2010 dengan masa kerja operator rata-rata 5-10 tahun adalah sebesar Rp 1.090.820/bulan. Jumlah teknisi yang melakukan perbaikan maupun penggantian komponen adalah 6 orang dalam 1 shift. Diasumsikan dalam satu bulan terdapat 25 hari kerja.

$$\begin{aligned}\text{Upah teknisi/jam} &= \text{Rp } 1.090.820/25 \text{ Hari}/7 \text{ Jam} \\ &= \text{Rp } 6.234/\text{Jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya perbaikan jam} &= \text{Rp } 6.234 \times 6 \text{ Orang} \\ &= \text{Rp } 37.404/\text{Jam}\end{aligned}$$

Sedangkan gaji operator menurut UMK tahun 2010 dengan masa kerja operator rata-rata 1-5 tahun adalah sebesar Rp 1.078.000/bulan. Jumlah operator yang menganggur apabila terjadi kerusakan mesin adalah sebanyak 50 orang. Dengan demikian gaji operator menganggur/jam adalah :

$$\begin{aligned}\text{Upah operator/jam} &= \text{Rp } 1.078.000./25 \text{ Hari}/7 \text{ Jam} \\ &= \text{Rp } 6.160/\text{Jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya Operator menganggur/jam} &= \text{Rp } 6.160 \times 50 \text{ Orang} \\ &= \text{Rp } 308.000/\text{jam}\end{aligned}$$

Tabel 4.5 Upah Minimum Kota (UMK) Tahun 2010

No.	Masa Kerja (Tahun)	Upah/Bulan (Rupiah)	Upah/Hari (Rupiah)
1	1	1.055.000	42.200
2	1 – 5	1.078.000	43.120
3	5 – 10	1.090.820	43.633
4	10 – 15	1.105.430	44.217
5	diatas 15	1.116.050	44.642

Sumber : PT. Riau Crumb Rubber Factory (2010)

4.1.6 Biaya Kehilangan Produksi (*Expected Loss*)

Biaya kehilangan produksi merupakan biaya yang timbul karena terjadinya kerusakan mesin yang menyebabkan terhentinya proses produksi yang sedang berlangsung. Biaya kehilangan produksi juga merupakan biaya *expected loss*, artinya biaya ini timbul akibat dari kerusakan mesin. Perhitungannya didasarkan pada jumlah produksi yang hilang selama waktu perbaikan berlangsung.

$$\text{Biaya kehilangan produksi} = \text{Laba per kg} \times \text{Output/jam}$$

$$\begin{aligned}\text{Laba/Kg} &= \text{Harga Jual} - \text{Harga Pokok Produksi} \\ &= (\text{Rp } 15.000) - (\text{Rp } 12.000) \\ &= \text{Rp } 3.000/\text{Kg}\end{aligned}$$

$$\text{Output/Hari} = 73.333 \text{ Kg/Hari}$$

$$\text{Output/Jam} = 3.056 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya Kehilangan Produksi} &= \text{Rp } 3.000 \times 3.056 \text{ Kg} \\ &= \text{Rp } 9.168.000/\text{Jam}\end{aligned}$$

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Penentuan Jenis Distribusi Data Waktu Kerusakan Komponen

Untuk mengetahui pola distribusi dari data-data yang dimiliki maka perlu dilakukan uji *Kolmogorov-Smirnov*. *Software* yang digunakan dalam pengujian distribusi data tersebut adalah *Statgraphics Centurion XV*.

Distribusi yang akan digunakan adalah distribusi normal. Untuk mengetahui distribusi data tersebut termasuk distribusi normal, maka perlu dibuat suatu hipotesis :

H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

Dengan membandingkan nilai D_n uji < $D_n \alpha$ (D_n Tabel) dan tingkat kepercayaan 95% maka keputusan hipotesa yang diambil adalah :

Jika D_n uji < $D_n \alpha$ (D_n Tabel) maka H_0 diterima

Jika D_n uji > $D_n \alpha$ (D_n Tabel) maka H_0 ditolak

Tabel 4.6 Distribusi Data Waktu Kerusakan Komponen

No	Nama Mesin	D_n Uji	$D_n \alpha$	Kesimpulan
1	Prebreaker 1	0.199627	0.708	Distribusi Normal
2	Hammermill 1	0.260251	0.842	Distribusi Normal
3	Hammermill 2	0.247443	0.563	Distribusi Normal
4	Mangle Turun A	0.166954	0.287	Distribusi Normal
5	Mangle Turun B	0.171843	0.231	Distribusi Normal
6	Mangle Turun C	0.189294	0.269	Distribusi Normal
7	Creaper 1A	0.192250	0.563	Distribusi Normal
8	Creaper 1B	0.303305	0.708	Distribusi Normal
9	Creaper 1C	0.301566	0.708	Distribusi Normal
10	Creaper 2A	0.250769	0.269	Distribusi Normal
11	Creaper 2B	0.213632	0.391	Distribusi Normal
12	Creaper 2C	0.172535	0.483	Distribusi Normal
13	Creaper 3A	0.235915	0.309	Distribusi Normal
14	Creaper 3B	0.203854	0.254	Distribusi Normal
15	Creaper 3C	0.208709	0.264	Distribusi Normal
16	Creaper 4A	0.121128	0.327	Distribusi Normal
17	Creaper 4B	0.163514	0.281	Distribusi Normal
18	Creaper 4C	0.305364	0.338	Distribusi Normal
19	Creaper 5A	0.212407	0.213	Distribusi Normal
20	Creaper 5B	0.170161	0.259	Distribusi Normal
21	Creaper 5C	0.220928	0.287	Distribusi Normal
22	Creaper 6A	0.218621	0.318	Distribusi Normal
23	Creaper 6B	0.249121	0.327	Distribusi Normal
24	Creaper 6C	0.266199	0.624	Distribusi Normal
25	Hi-Speed Cutter 2	0.279270	0.708	Distribusi Normal
26	Dryer	0.177414	0.409	Distribusi Normal

Sumber : Data Olahan (2010)

4.2.2 Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku Data Waktu Perbaikan Komponen

Perhitungan waktu normal dan waktu baku dari data waktu perbaikan didasarkan pada faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran. Penentuan faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran ditentukan dengan cara melakukan pengamatan dan berdasarkan keterangan dari *Supervisor*. Untuk faktor penyesuaian digunakan *Westinghouse*.

Data penentuan faktor penyesuaian dan kelonggaran untuk semua jenis mesin dibuat sama. Berikut penentuan faktor penyesuaian :

Tabel 4.7 Faktor Penyesuaian dengan *Westinghouse*

No	Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
	Teknisi 1			
1	Keterampilan	Good	C1	+ 0.06
2	Usaha	Good	C1	+ 0.05
3	Kondisi Kerja	Good	C	+ 0.02
4	Konsistensi	Good	C	+ 0.01
Total				0.14
<i>Performance Rating Teknisi 1</i>				1.14
	Teknisi 2			
1	Keterampilan	Good	C1	+ 0.06
2	Usaha	Good	C1	+ 0.05
3	Kondisi Kerja	Average	D	0.00
4	Konsistensi	Good	C	+ 0.01
Total				0.12
<i>Performance Rating Teknisi 2</i>				1.12
	Teknisi 3			
1	Keterampilan	Good	C1	+ 0.06
2	Usaha	Good	C2	+ 0.02
3	Kondisi Kerja	Average	D	0.00
4	Konsistensi	Good	C	+ 0.01
Total				0.09
<i>Performance Rating Teknisi 3</i>				1.09

Tabel 4.7 Faktor Penyesuaian dengan *Westinghouse* (Lanjutan)

No	Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Teknisi 4				
1	Keterampilan	Good	C1	+ 0.06
2	Usaha	Good	C1	+ 0.05
3	Kondisi Kerja	Average	D	0.00
4	Konsistensi	Average	D	0.00
Total				0.11
<i>Performance Rating Teknisi 4</i>				1.11
Teknisi 5				
1	Keterampilan	Good	C2	+ 0.03
2	Usaha	Good	C2	+ 0.02
3	Kondisi Kerja	Good	C	+ 0.02
4	Konsistensi	Good	C	+ 0.01
Total				0.08
<i>Performance Rating Teknisi 5</i>				1.08
Teknisi 6				
1	Keterampilan	Good	C2	+ 0.03
2	Usaha	Good	C1	+ 0.05
3	Kondisi Kerja	Average	D	0.00
4	Konsistensi	Good	C	+ 0.01
Total				0.09
<i>Performance Rating Teknisi 6</i>				1.09
Rata-rata				1.10

Sumber : Sutamaksana (1979)

Keterangan :

Teknisi 1 & 2 : Teknisi Pembongkaran *Bearing*

Teknisi 3 & 4 : Teknisi Pemasangan *Bearing*

Teknisi 5 & 6 : Teknisi Peralatan dan Pendistribusian *Bearing*

Kelonggaran diberikan untuk tiga hal yaitu untuk kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa *fatigue* serta hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan. Pemberian nilai kelonggaran didasarkan pada penilaian subjektif, tetapi harus juga dilakukan secara objektif. Untuk memudahkan penilaian secara objektif, maka peneliti membagi besarnya kelonggaran yang diberikan kepada operator menjadi kelas-kelas.

Tabel 4.8 Pembagian Kelas Faktor Kelonggaran

No	Faktor	Range	Kelas	Keterangan
1	Tenaga yang dikeluarkan	12 - 19	12 – 15.59 15.6 – 19	Ringan Sedang
2	Sikap Kerja	4 – 10	4 – 6.69 7 – 10	Agak Membungkuk Membungkuk
3	Gerakan Kerja	0 – 5	0 – 2.49 2.5 – 5	Sulit Sangat Sulit
4	Kelelahan Mata	6 – 7.5	6 – 6.74 6.75 – 7.5	Pandangan Hampir Terus Menerus Pandangan Terus Menerus
5	Keadaan Temperatur Tempat Kerja	0 – 5	0 – 2.49 2.5 – 5	Sedang Normal
6	Keadaan Atmosfer	0 – 5	0 – 2.49 2.5 – 5	Rendah Cukup
7	Keadaan Lingkungan yang baik	0 – 5	0 – 2.49 2.5 – 5	Bising Sangat Bising

Sumber : Sutamaksana, 1979

Pemberian nilai kelonggaran antara *failure maintenance* dengan *preventive maintenance* dibuat berbeda. Pada *preventive maintenance* nilai kelonggaran yang diberikan lebih rendah daripada *failure maintenance*.

Tabel 4.9 Faktor Kelonggaran

No	Faktor	Kelonggaran (%)	
		Failure	Preventive
	Teknisi 1		
1	Tenaga yang dikeluarkan	15	12
2	Sikap Kerja	7	4
3	Gerakan Kerja	2	1
4	Kelelahan Mata	7	6
5	Keadaan Temperatur	5	5
6	Keadaan Atmosfer	4	4
7	Keadaan lingkungan yang baik	5	5
Jumlah		45	37
No	Faktor	Kelonggaran (%)	
		Failure	Preventive
	Teknisi 2		
1	Tenaga yang dikeluarkan	16	12
2	Sikap Kerja	8	5
3	Gerakan Kerja	1	0
4	Kelelahan Mata	6.5	6
5	Keadaan Temperatur	5	5
6	Keadaan Atmosfer	4	4
7	Keadaan lingkungan yang baik	5	5
Jumlah		45.5	37

Tabel 4.9 Faktor Kelonggaran (Lanjutan)

No	Faktor	Kelonggaran (%)	
		<i>Failure</i>	<i>Preventive</i>
	Teknisi 3		
1	Tenaga yang dikeluarkan	17	14
2	Sikap Kerja	6	4
3	Gerakan Kerja	3	2
4	Kelelahan Mata	6.5	6
5	Keadaan Temperatur	5	5
6	Keadaan Atmosfer	4	4
7	Keadaan lingkungan yang baik	5	5
	Jumlah	46.5	40
	Teknisi 4		
1	Tenaga yang dikeluarkan	15	13
2	Sikap Kerja	6	5
3	Gerakan Kerja	2	0
4	Kelelahan Mata	7	6
5	Keadaan Temperatur	5	5
6	Keadaan Atmosfer	4	4
7	Keadaan lingkungan yang baik	5	5
	Jumlah	44	38
	Teknisi 5		
1	Tenaga yang dikeluarkan	14	14
2	Sikap Kerja	6	6
3	Gerakan Kerja	0	0
4	Kelelahan Mata	6	6
5	Keadaan Temperatur	5	5
6	Keadaan Atmosfer	4	4
7	Keadaan lingkungan yang baik	5	5
	Jumlah	40	40
	Teknisi 6		
1	Tenaga yang dikeluarkan	14	12
2	Sikap Kerja	8	5
3	Gerakan Kerja	2	1
4	Kelelahan Mata	7.5	6
5	Keadaan Temperatur	5	5
6	Keadaan Atmosfer	4	4
7	Keadaan lingkungan yang baik	5	5
	Jumlah	45,5	38
	Rata-rata	44.41	38.33

Sumber : Data Olahan, 1979

Setelah faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran ditentukan, maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan waktu normal dan waktu baku data waktu perbaikan komponen seperti terlihat pada tabel 4.10 di bawah ini :

Tabel 4.10 Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku dalam Jam

No	Nama Mesin	Waktu Siklus	Waktu Normal	Waktu Baku <i>Failure</i>	Waktu Baku <i>Preventive</i>
1	Prebreaker 1	6,00	6,60	9,53	9,13
2	Hammermill 1	3,67	4,03	5,82	5,58
3	Hammermill 2	4,64	5,11	7,38	7,06
4	Mangle Turun A	2,32	2,55	3,68	3,53
5	Mangle Turun B	2,32	2,56	3,69	3,54
6	Mangle Turun C	2,42	2,66	3,84	3,68
7	Creaper 1A	2,08	2,29	3,31	3,17
8	Creaper 1B	1,75	1,93	2,78	2,66
9	Creaper 1C	2,00	2,20	3,18	3,04
10	Creaper 2A	2,26	2,49	3,59	3,44
11	Creaper 2B	2,08	2,29	3,31	3,17
12	Creaper 2C	1,88	2,06	2,98	2,85
13	Creaper 3A	2,20	2,42	3,49	3,35
14	Creaper 3B	1,86	2,04	2,95	2,83
15	Creaper 3C	2,00	2,20	3,18	3,04
16	Creaper 4A	2,16	2,37	3,43	3,28
17	Creaper 4B	2,37	2,61	3,76	3,61
18	Creaper 4C	2,19	2,41	3,47	3,33
19	Creaper 5A	2,30	2,53	3,65	3,50
20	Creaper 5B	2,43	2,67	3,85	3,69
21	Creaper 5C	2,40	2,64	3,81	3,65
22	Creaper 6A	2,32	2,56	3,69	3,54
23	Creaper 6B	2,18	2,39	3,46	3,31
24	Creaper 6C	2,70	2,97	4,29	4,11
25	Hi-Speed Cutter 2	2,63	2,89	4,17	3,99
26	Dryer	3,27	3,60	5,20	4,98

Sumber : Data Olahan (2010)

4.2.3 Perhitungan Biaya Penggantian Komponen

Biaya penggantian komponen dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu biaya penggantian korektif dan biaya penggantian preventif. Perhitungan biaya *failure replacement* dan *preventive replacement* terdiri dari biaya tenaga kerja, biaya kehilangan produksi, biaya operator menganggur, waktu baku (standar) serta harga komponen.

4.2.3.1 Biaya *Failure Replacement*

Perhitungan biaya *failure replacement* untuk komponen *bearing* dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.11 Biaya *Failure Replacement* (CF) Komponen *Bearing*

No	Mesin	Biaya Tenaga Kerja/Jam	Biaya Kehilangan Produksi/jam	Biaya Operator Menganggur /jam	Waktu Baku (Jam)	Harga Komponen (Rupiah)	<i>Cosf of Failure</i> (Rupiah)
1	Prebreaker 1	37.404	9.168.000	308.000	9,53	4.000.000	94.662.740
2	Hammermill 1	37.404	9.168.000	308.000	5,82	3.000.000	58.368.011
3	Hammermill 2	37.404	9.168.000	308.000	7,38	3.000.000	73.208.922
4	Mangle Turun A	37.404	9.168.000	308.000	3,68	2.500.000	37.509.327
5	Mangle Turun B	37.404	9.168.000	308.000	3,69	2.500.000	37.604.461
6	Mangle Turun C	37.404	9.168.000	308.000	3,84	2.500.000	39.031.471
7	Creaper 1A	37.404	9.168.000	308.000	3,31	2.500.000	33.989.367
8	Creaper 1B	37.404	9.168.000	308.000	2,78	2.500.000	28.947.263
9	Creaper 1C	37.404	9.168.000	308.000	3,18	2.500.000	32.752.625
10	Creaper 2A	37.404	9.168.000	308.000	3,59	2.500.000	36.653.120
11	Creaper 2B	37.404	9.168.000	308.000	3,31	2.500.000	33.989.367
12	Creaper 2C	37.404	9.168.000	308.000	2,98	2.500.000	30.849.944
13	Creaper 3A	37.404	9.168.000	308.000	3,49	2.500.000	35.701.780
14	Creaper 3B	37.404	9.168.000	308.000	2,95	2.500.000	30.564.542
15	Creaper 3C	37.404	9.168.000	308.000	3,18	2.500.000	32.752.625
16	Creaper 4A	37.404	9.168.000	308.000	3,43	2.500.000	35.130.976
17	Creaper 4B	37.404	9.168.000	308.000	3,76	2.500.000	38.270.399
18	Creaper 4C	37.404	9.168.000	308.000	3,47	2.500.000	35.511.512
19	Creaper 5A	37.404	9.168.000	308.000	3,65	2.500.000	37.223.925
20	Creaper 5B	37.404	9.168.000	308.000	3,85	2.500.000	39.126.605
21	Creaper 5C	37.404	9.168.000	308.000	3,81	2.500.000	38.746.069
22	Creaper 6A	37.404	9.168.000	308.000	3,69	2.500.000	37.604.461
23	Creaper 6B	37.404	9.168.000	308.000	3,46	2.500.000	35.416.378
24	Creaper 6C	37.404	9.168.000	308.000	4,29	2.500.000	43.312.503
25	Hi-Speed Cutter 2	37.404	9.168.000	308.000	4,17	1.800.000	41.470.895
26	Dryer	37.404	9.168.000	308.000	5,20	1.000.000	50.469.701

Sumber : Data Olahan (2010)

4.2.3.2 Biaya *Preventive Replacement*

Pada perhitungan biaya *preventive replacement*, biaya kehilangan produksi dan biaya operator menganggur tidak diikutsertakan dalam perhitungan.

Perhitungan biaya *Preventive Replacement* (PF) Komponen *Bearing* dapat dilihat pada tabel 4.12 berikut :

Tabel 4.12 Biaya *Preventive Replacement* (CF) Komponen *Bearing*

No	Mesin	Biaya Tenaga Kerja/Jam	Waktu Baku (Jam)	Harga Komponen (Rupiah)	<i>Cost of Preventive</i> (Rupiah)
1	Prebreaker 1	37.404	9,13	4.000.000	4.341.499
2	Hammermill 1	37.404	5,58	3.000.000	3.208.714
3	Hammermill 2	37.404	7,06	3.000.000	3.264.072
4	Mangle Turun A	37.404	3,53	2.500.000	2.632.036
5	Mangle Turun B	37.404	3,54	2.500.000	2.632.410
6	Mangle Turun C	37.404	3,68	2.500.000	2.637.647
7	Creaper 1A	37.404	3,17	2.500.000	2.618.571
8	Creaper 1B	37.404	2,66	2.500.000	2.599.495
9	Creaper 1C	37.404	3,04	2.500.000	2.613.708
10	Creaper 2A	37.404	3,44	2.500.000	2.628.670
11	Creaper 2B	37.404	3,17	2.500.000	2.618.571
12	Creaper 2C	37.404	2,85	2.500.000	2.606.601
13	Creaper 3A	37.404	3,35	2.500.000	2.625.303
14	Creaper 3B	37.404	2,83	2.500.000	2.605.853
15	Creaper 3C	37.404	3,04	2.500.000	2.613.708
16	Creaper 4A	37.404	3,28	2.500.000	2.622.685
17	Creaper 4B	37.404	3,61	2.500.000	2.635.028
18	Creaper 4C	37.404	3,33	2.500.000	2.624.555
19	Creaper 5A	37.404	3,50	2.500.000	2.630.914
20	Creaper 5B	37.404	3,69	2.500.000	2.638.021
21	Creaper 5C	37.404	3,65	2.500.000	2.636.525
22	Creaper 6A	37.404	3,54	2.500.000	2.632.410
23	Creaper 6B	37.404	3,31	2.500.000	2.623.807
24	Creaper 6C	37.404	4,11	2.500.000	2.653.730
25	Hi-Speed Cutter 2	37.404	3,99	1.800.000	1.949.242
26	Dryer	37.404	4,98	1.000.000	1.186.272

Sumber : Data Olahan (2010)

4.2.4 Perhitungan Nilai *Reliability* (Keandalan)

Suatu mesin atau komponen dapat dikatakan andal apabila komponen tersebut dapat dipakai dalam keadaan baik dan berfungsi. Dari perhitungan yang

telah dilakukan maka nilai *reliability* komponen *bearing* dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.13 Nilai *Reliability*

No	Nama Mesin	tp (Jam)	R(tp)	F(tp)
1	Prebreaker 1	2000	0.9996968	0.0003032
2	Hammermill 1	7500	0.9999409	0.0000591
3	Hammermill 2	3000	0.9998206	0.0001794
4	Mangle Turun A	700	0.9994272	0.0005728
5	Mangle Turun B	480	0.9992538	0.0007462
6	Mangle Turun C	500	0.9990483	0.0009517
7	Creaper 1A	2900	0.9997240	0.0002760
8	Creaper 1B	4500	0.9998017	0.0001983
9	Creaper 1C	5000	0.9999046	0.0000954
10	Creaper 2A	580	0.9994688	0.0005312
11	Creaper 2B	1200	0.9995493	0.0004507
12	Creaper 2C	1900	0.9996045	0.0003955
13	Creaper 3A	750	0.9995384	0.0004616
14	Creaper 3B	600	0.9994594	0.0005406
15	Creaper 3C	650	0.9995215	0.0004785
16	Creaper 4A	800	0.9994534	0.0005466
17	Creaper 4B	700	0.9994930	0.0005070
18	Creaper 4C	780	0.9996303	0.0003697
19	Creaper 5A	400	0.9990839	0.0009161
20	Creaper 5B	600	0.9992951	0.0007049
21	Creaper 5C	600	0.9995004	0.0004996
22	Creaper 6A	400	0.9996333	0.0003667
23	Creaper 6B	900	0.9995659	0.0004341
24	Creaper 6C	1900	0.9997762	0.0002238
25	Hi-Speed Cutter 2	5000	0.9998948	0.0001052
26	Dryer	1500	0.9996665	0.0003335

Sumber : Data Olahan (2010)

Keterangan :

tp : Waktu Optimal

R(tp) : Probabilitas Komponen Andal Selama Waktu tp

F(tp) : Probabilitas Komponen Gagal (Tidak Andal) Selama Waktu tp

4.2.5 Perhitungan MTTF (*Mean Time To Failure*)

MTTF merupakan nilai waktu rata-rata kegagalan dari sebuah sistem atau komponen. Dengan melihat pola distribusi yang terbentuk yaitu distribusi normal, maka untuk perhitungan nilai MTTF-nya sama dengan nilai rata-rata (μ).

Tabel 4.14 Nilai MTTF

No	Nama Mesin	MTTF (Jam)
1	Prebreaker 1	2.075,83
2	Hammermill 1	7.580,25
3	Hammermill 2	3.014,60
4	Mangle Turun A	704,60
5	Mangle Turun B	509,62
6	Mangle Turun C	524,75
7	Creaper 1A	3.045,40
8	Creaper 1B	4.575,15
9	Creaper 1C	5.253,50
10	Creaper 2A	609,92
11	Creaper 2B	1.265,95
12	Creaper 2C	1.979,57
13	Creaper 3A	787,00
14	Creaper 3B	631,91
15	Creaper 3C	697,18
16	Creaper 4A	895,81
17	Creaper 4B	784,86
18	Creaper 4C	810,86
19	Creaper 5A	421,92
20	Creaper 5B	631,56
21	Creaper 5C	634,66
22	Creaper 6A	1.111,74
23	Creaper 6B	925,60
24	Creaper 6C	2.090,00
25	Hi-Speed Cutter 2	5.147,83
26	Dryer	1.555,35

Sumber : Data Olahan (2010)

4.2.6 Penentuan Interval Penggantian Komponen yang Optimal dengan *Total Cost (Tc) Minimum*

Optimal disini berarti efektif dalam meminimasi adanya kerusakan pada komponen *bearing* dan efisien dalam mengeluarkan biaya perawatan. Untuk menentukan interval perawatan/penggantian komponen maka diperlukan

parameter distribusi selang waktu kerusakan, biaya perbaikan dan biaya perawatan dari tiap komponen tersebut.

Tabel 4.15 Interval Penggantian Komponen Optimal dengan *Total Cost* (TC) Minimum

No	Nama Mesin	<i>Cost of Preventive (Rp)</i>	<i>Cost of Failure (Rp)</i>	R(tp)	F(tp)	tp	Biaya (Rp/jam)
1	Prebreaker 1	4.341.499	94.662.740	0.9996968	0.0003032	2000	2.184,45
2	Hammermill 1	3.208.714	58.368.011	0.9999409	0.0000591	7500	428,26
3	Hammermill 2	3.264.072	73.208.922	0.9998206	0.0001794	3000	1.092,21
4	Mangle Turun A	2.632.036	37.509.327	0.9994272	0.0005728	700	3.788,61
5	Mangle Turun B	2.632.410	37.604.461	0.9992538	0.0007462	480	5.538,60
6	Mangle Turun C	2.637.647	39.031.471	0.9990483	0.0009517	500	5.344,64
7	Creaper 1A	2.618.571	33.989.367	0.9997240	0.0002760	2900	905,94
8	Creaper 1B	2.599.495	28.947.263	0.9998017	0.0001983	4500	578,83
9	Creaper 1C	2.613.708	32.752.625	0.9999046	0.0000954	5000	523,32
10	Creaper 2A	2.628.670	36.653.120	0.9994688	0.0005312	580	4.563,37
11	Creaper 2B	2.618.571	33.989.367	0.9995493	0.0004507	1200	2.193,93
12	Creaper 2C	2.606.601	30.849.944	0.9996045	0.0003955	1900	1.377,78
13	Creaper 3A	2.625.303	35.701.780	0.9995384	0.0004616	750	3.520,77
14	Creaper 3B	2.605.853	30.564.542	0.9994594	0.0005406	600	4.368,29
15	Creaper 3C	2.613.708	32.752.625	0.9995215	0.0004785	650	4.043,29
16	Creaper 4A	2.622.685	35.130.976	0.9994534	0.0005466	800	3.300,58
17	Creaper 4B	2.635.028	38.270.399	0.9994930	0.0005070	700	3.790,15
18	Creaper 4C	2.624.555	35.511.512	0.9996303	0.0003697	780	3.380,41
19	Creaper 5A	2.630.914	37.223.925	0.9990839	0.0009161	400	6.656,59
20	Creaper 5B	2.638.021	39.126.605	0.9992951	0.0007049	600	4.439,60
21	Creaper 5C	2.636.525	38.746.069	0.9995004	0.0004996	600	4.424,29
22	Creaper 6A	2.632.410	37.604.461	0.9996333	0.0003667	400	6.613,10
23	Creaper 6B	2.623.807	35.416.378	0.9995659	0.0004341	900	2.931,17
24	Creaper 6C	2.653.730	43.312.503	0.9997762	0.0002238	1900	1.401,49
25	Hi-Speed Cutter 2	1.949.242	41.470.895	0.9998948	0.0001052	5000	390,68
26	Dryer	1.186.272	50.469.701	0.9996665	0.0003335	1500	801,81

Sumber : Data Olahan (2010)

4.2.7 Perbandingan Total Biaya *Preventive Replacement* dan *Failure Replacement*

Perbandingan total biaya yang dikeluarkan perusahaan sehubungan dengan penggantian komponen dalam selang waktu optimal (tp) dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.16 Perbandingan Total Biaya *Preventive Replacement* dan *Failure Replacement*

No.	Jenis Perawatan	Total Biaya (Rupiah)
1	<i>Corrective</i>	1.068.868.988
2	<i>Preventive</i>	69.080.048

Sumber : Data Olahan (2010)

4.2.8 Perhitungan *Expected Replacement Cost*

Ekspektasi biaya penggantian komponen yang dikeluarkan perusahaan sebelum dan sesudah adanya penjadwalan dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.17 Perhitungan *Expected Replacement Cost*

No	Nama Mesin	<i>Failure Replacement</i>		<i>Preventive Replacement</i>		Ekspektasi Penghematan	
		Tp (jam)	TC (Rp/jam)	Tp (jam)	TC (Rp/jam)	Rp/jam	%
1	Prebreaker 1	2.075,83	45.602	2000	2.170,75	43.431,61	95.24
2	Hammermill 1	7.580,25	7.700	7500	427,83	7.272,18	94.44
3	Hammermill 2	3.014,60	24.285	3000	1.088,02	23.196,77	95.52
4	Mangle Turun A	704,60	53.235	700	3.760,05	49.474,87	92.94
5	Mangle Turun B	509,62	73.789	480	5.484,19	68.305,03	92.57
6	Mangle Turun C	524,75	74.381	500	5.275,29	69.105,79	92.91
7	Creaper 1A	3.045,40	11.161	2900	902,96	10.257,93	91.91
8	Creaper 1B	4.575,15	6.327	4500	577,67	5.749,39	90.87
9	Creaper 1C	5.253,50	6.234	5000	522,74	5.711,70	91.62
10	Creaper 2A	609,92	60.095	580	4.532,19	55.562,77	92.46
11	Creaper 2B	1.265,95	26.849	1200	2.182,14	24.666,76	91.87
12	Creaper 2C	1.979,57	15.584	1900	1.371,90	14.212,26	91.20
13	Creaper 3A	787,00	45.364	750	3.500,40	41.864,00	92.28
14	Creaper 3B	631,91	48.369	600	4.343,09	44.025,41	91.02
15	Creaper 3C	697,18	46.979	650	4.021,09	42.957,63	91.44
16	Creaper 4A	895,81	39.217	800	3.278,36	35.938,63	91.64
17	Creaper 4B	784,86	48.761	700	3.764,33	44.996,47	92.28
18	Creaper 4C	810,86	43.795	780	3.364,81	40.430,06	92.32
19	Creaper 5A	421,92	88.225	400	6.577,29	81.647,79	92.54
20	Creaper 5B	631,56	61.952	600	4.396,70	57.555,62	92.90
21	Creaper 5C	634,66	61.050	600	4.394,21	56.655,91	92.80
22	Creaper 6A	1.111,74	33.825	400	6.581,03	27.243,84	80.54
23	Creaper 6B	925,60	38.263	900	2.915,34	35.347,82	92.38
24	Creaper 6C	2.090,00	20.724	1900	1.396,70	19.326,99	93.26
25	Hi-Speed Cutter 2	5.147,83	8.056	5000	389,85	7.666,15	95.16
26	Dryer	1.555,35	32.449	1500	790,85	31.658,25	97.56

Sumber : Data Olahan (2010)

BAB V

ANALISA

Komponen *bearing* merupakan salah satu komponen kritis yang terdapat pada mesin-mesin produksi yang dimiliki oleh PT. Riau Crumb Rubber Factory. *Bearing* adalah bagian atau komponen dari mesin yang berfungsi membantu dan membatasi pergerakan dari poros. Pergerakan dari poros ini biasanya berupa pergerakan berputar dan bergeser. Tanpa adanya *bearing*, pergerakan kerja antara dua komponen akan menimbulkan gesekan, gesekan akan memperlambat kerja benda. Material yang digunakan untuk *bearing* terbuat dari baja berkualitas tinggi sehingga mampu menahan beban kerja. Kerusakan komponen *bearing* pada umumnya disebabkan oleh besarnya beban kerja dan keterlambatan pemberian pelumasan. Pelumasan dilakukan untuk mengurangi gesekan yang terjadi antara poros dengan *bearing*.

Dari hasil pengujian hipotesa dengan menggunakan *software Statgraphics Centurion XV* menyatakan bahwa pola atau jenis distribusi data waktu kerusakan komponen secara keseluruhan mengikuti pola distribusi normal. Pola distribusi data yang telah ditentukan selanjutnya akan dipergunakan untuk perhitungan nilai MTTF (*Mean Time To Failure*). Sebelum perhitungan nilai MTTF (*Mean Time To Failure*) dilakukan, maka perlu dihitung nilai keandalan terlebih dahulu. Nilai keandalan memiliki kisaran antara 0 hingga 1. Keandalan bernilai 0 berarti bahwa pada waktu yang ditentukan, peluang kegagalan sistem adalah 100%, sedangkan jika keandalan bernilai 1 maka peluang kegagalan sistem adalah 0% (peluang suksesnya adalah 100%). Perhitungan fungsi keandalan (*reliability*) pada komponen tergantung pada jenis distribusi komponen tersebut. Dari hasil uji distribusi data dengan menggunakan *software Statgraphics Centurion XV* dinyatakan bahwa data waktu kerusakan komponen berdistribusi normal. Dari hasil perhitungan tingkat keandalan ini, terlihat bahwa semakin sering dilakukan tindakan perawatan pada suatu mesin atau penggantian komponen maka tingkat keandalan mesin atau komponen tersebut akan semakin tinggi dan tentunya biaya perawatan yang dikeluarkan akan meningkat seiring dengan kerusakan mesin atau

komponen. Nilai keandalan mesin *Prebreaker* 1 pada Tabel 4.13 adalah 0.9996968, artinya adalah bahwa komponen tersebut memiliki nilai keandalan sebesar 99,96% dan komponen tersebut memiliki peluang kerusakan sebesar 0.0003032%.

Setelah nilai keandalan ditentukan, maka selanjutnya dilakukan perhitungan MTTF. Perhitungan nilai MTTF didasarkan pada pola distribusi data yang terpilih. Nilai MTTF berguna untuk menentukan keputusan perawatan yang tepat. Jika nilai biaya optimal berada pada interval waktu sebelum MTTF maka dapat dikatakan bahwa perawatan *preventive* lebih menguntungkan daripada perawatan *corrective*. Namun jika nilai biaya optimal berada pada interval waktu yang lebih lama daripada MTTF maka dapat dikatakan bahwa perawatan *preventive* tidak sesuai (merugikan). Karena pola distribusi data waktu kerusakan komponen mengikuti pola distribusi normal, maka nilai MTTF-nya sama dengan nilai rata-rata (μ). Hal ini berarti bahwa ekspektasi masa pakai (umur komponen) dari komponen *bearing* tersebut akan mengalami kerusakan pada nilai MTTF tersebut. Dari hasil perhitungan nilai MTTF pada Tabel 4.13 untuk Mesin *Prebreaker* 1, diperoleh nilai MTTF sebesar 2.075,83 jam. Artinya bahwa komponen *bearing* apabila telah mencapai angka pemakaian 2.075,83 jam maka harus dilakukan penggantian. Dengan demikian, kita dapat mengetahui waktu penggantian komponen tersebut sesuai dengan perencanaan yang dilakukan sehingga kegiatan produksi yang dilakukan oleh perusahaan tidak terganggu atau bahkan terhenti. Perhitungan nilai MTTF selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Failure replacement merupakan biaya yang timbul karena penggantian komponen yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan komponen sehingga dapat dipastikan bahwa penggantian akan terjadi pada jam produksi. Karena kerusakan komponen terjadi pada jam produksi maka perusahaan akan menanggung resiko biaya kehilangan produksi dan biaya operator menganggur. Biaya kehilangan produksi dan biaya operator menganggur diartikan sebagai keadaan dimana mesin tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya karena adanya perbaikan atau penggantian komponen sehingga jumlah dan kualitas produksi yang dihasilkan

tidak sesuai dengan yang direncanakan. Semakin lama waktu perbaikan suatu mesin dilakukan maka tentunya akan semakin besar biaya kehilangan produksi dan biaya operator menganggur yang ditimbulkan. Dari hasil perhitungan yang dilakukan pada Tabel 4.11, diperoleh biaya *failure replacement* pada mesin *Prebreaker 1* sebesar Rp 94.662.740. Besarnya biaya ini disebabkan oleh tingginya biaya kehilangan produksi dan biaya operator menganggur yang ditimbulkan akibat dari penggantian komponen diluar perencanaan perawatan. Untuk lebih jelasnya mengenai perhitungan biaya *failure replacement* dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Pada perhitungan nilai biaya *preventive replacement* komponen yang timbul hanya biaya tenaga kerja, waktu baku serta biaya harga komponen, sedangkan biaya kehilangan produksi tidak diperhitungkan. Dari hasil perhitungan yang diperoleh pada Tabel 4.12, maka didapat biaya *preventive replacement* pada mesin *Prebreaker 1* sebesar Rp 4.341.499. Biaya ini lebih kecil bila dibandingkan dengan biaya *failure replacement*. Hal ini disebabkan karena pada perawatan preventif penggantian komponen dilakukan diluar jam produksi sehingga tidak menimbulkan biaya kehilangan produksi dan biaya operator menganggur. Inilah yang membedakan antara *failure replacement* dan *preventive replacement*. Perhitungan biaya *preventive replacement* selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.12. Jika dibandingkan dengan biaya *failure replacement* maka akan terlihat biaya *preventive replacement* lebih kecil atau rendah. Penghematan biaya tersebut terjadi apabila biaya kehilangan produksi dan biaya operator menganggur tidak ikut diperhitungkan. Hal inilah yang membedakan antara perhitungan biaya *failure replacement* dan biaya *preventive replacement*.

Penentuan interval waktu penggantian komponen dilakukan sesuai dengan perencanaan yang akan dibuat. Interval waktu penggantian komponen dengan *total cost* (TC) minimum terdiri dari biaya *failure replacement*, biaya *preventive replacement*, nilai keandalan (*reliability*), nilai harapan serta waktu (tp) optimal yang direncanakan. Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.15, maka diperoleh waktu penggantian optimal komponen *bearing* untuk mesin *Prebreaker 1* adalah 2000 jam. Artinya bahwa apabila *bearing* tersebut telah mencapai masa pakai 2000 jam,

maka komponen tersebut harus dilakukan penggantian. Interval waktu penggantian komponen pada *preventive maintenance* dibuat lebih awal dilakukan penggantian daripada *failure replacement*. Hal ini dikarenakan atas dasar pertimbangan bahwa ekspektasi biaya penghematan *preventive replacement* lebih kecil daripada *failure replacement*. Selain itu pertimbangan lainnya adalah berkaitan dengan keselamatan kerja dan biaya kehilangan produksi. Faktor yang menimbulkan besar atau kecilnya biaya perbaikan yang timbul adalah banyaknya kerusakan atau penggantian komponen yang terjadi (Lihat Tabel 4.2). dari Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa semakin sering penggantian komponen dilakukan maka akan semakin besar biaya perawatan yang dikeluarkan, dan sebaliknya semakin sedikit penggantian komponen dilakukan maka akan semakin kecil biaya perawatan yang dikeluarkan. Jika dihubungkan dengan tingkat keandalan, semakin panjang waktu interval penggantian komponen dilakukan maka semakin kecil nilai keandalan dari komponen tersebut. Karena semakin kecil nilai keandalan dari komponen tersebut maka akibatnya akan berpengaruh pada penurunan kinerja dari mesin produksi (perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.15).

Dari hasil perbandingan biaya perawatan pada saat kondisi sekarang (*Corrective Maintenance*) dengan biaya perawatan usulan (*Preventive Maintenance*) dapat diketahui bahwa besarnya penghematan yang dilakukan perusahaan jika melakukan *preventive maintenance* adalah sebesar 93,53% dari total biaya semula (*corrective maintenance*). Hal ini dapat terjadi apabila pihak perusahaan melakukan perawatan sesuai dengan perencanaan yang telah diusulkan. Persentase penghematan biaya perawatan ini cukup besar, dengan menerapkan *preventive maintenance system* perusahaan dapat mengetahui interval penggantian komponen *bearing* dengan mempertimbangkan resiko biaya perawatan yang dikeluarkan oleh perusahaan serta dapat memprediksi biaya kegagalan yang timbul akibat dari kerusakan mesin atau penggantian komponen tersebut.

Selain dari hasil perbandingan biaya perawatan pada saat kondisi sekarang (*Corrective Maintenance*) dengan biaya perawatan usulan (*Preventive*

Maintenance), dengan membandingkan interval perawatan optimal sebelum dan sesudah perencanaan maka diketahui besarnya nilai ekspektasi biaya penggantian komponen merupakan biaya yang diharapkan dapat dihemat oleh perusahaan dengan menggunakan *preventive maintenance*. Dengan membandingkan *total cost* yang dikeluarkan perusahaan sebelum dan sesudah adanya perencanaan penjadwalan maka dapat diketahui ekspektasi *total cost* yang dapat dihemat oleh perusahaan berkisar antara 80,54% sampai dengan 97,56% dari *total cost* semula (*Corrective Maintenance*). Penghematan biaya perawatan sebesar ini terjadi apabila perusahaan dapat melakukan penggantian kerusakan komponen pada interval waktu penggantian komponen yang ditetapkan dari hasil perhitungan pada Tabel 4.17. Dari hasil perhitungan terhadap *expected replacement cost*, maka dengan menerapkan *preventive maintenance system* perusahaan dapat menghemat dan menekan biaya perawatan yang dikeluarkan selama ini.

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari analisa dan berdasarkan tujuan penelitian yang telah ditetapkan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Penentuan interval waktu perawatan yang optimal (tp) dengan mempertimbangkan *Total Cost* (TC) yang minimum pada komponen *Bearing* adalah :

Tabel 6.1 Interval Waktu Penggantian Komponen *Bearing*

No	Nama Mesin	tp (Jam)	Hari	Biaya (Rp/Jam)
1	Prebreaker 1	2000	83	2.170,75
2	Hammermill 1	7500	313	427,83
3	Hammermill 2	3000	125	1.088,02
4	Mangle Turun A	700	29	3.760,05
5	Mangle Turun B	480	20	5.484,19
6	Mangle Turun C	500	21	5.275,29
7	Creaper 1A	2900	121	902,96
8	Creaper 1B	4500	188	577,67
9	Creaper 1C	5000	208	522,74
10	Creaper 2A	580	24	4.532,19
11	Creaper 2B	1200	50	2.182,14
12	Creaper 2C	1900	79	1.371,90
13	Creaper 3A	750	31	3.500,40
14	Creaper 3B	600	25	4.343,09
15	Creaper 3C	650	27	4.021,09
16	Creaper 4A	800	33	3.278,36
17	Creaper 4B	700	29	3.764,33
18	Creaper 4C	780	33	3.364,81
19	Creaper 5A	400	17	6.577,29
20	Creaper 5B	600	25	4.396,70
21	Creaper 5C	600	25	4.394,21
22	Creaper 6A	400	17	6.581,03
23	Creaper 6B	900	38	2.915,34
24	Creaper 6C	1900	79	1.396,70
25	Hi-Speed Cutter 2	5000	208	389,85
26	Dryer	1500	63	790,85

Sumber : Data Olahan (2010)

Dari tabel 6.1 terlihat, dengan direncanakannya waktu penggantian komponen *bearing* maka biaya perawatan yang terjadi dapat dioptimalkan. Untuk menghindari kegagalan mesin atau kerusakan mesin yang akan berpengaruh pada komponen lainnya maka komponen *bearing* yang telah mencapai waktu optimal harus dilakukan penggantian.

2. Dari hasil perbandingan total biaya *preventive replacement* dan biaya *failure replacement* diketahui penghematan sebesar 93,53% dari total biaya semula (*Corrective Maintenance*). Kemudian dari perhitungan *Expected Replacement Cost. total cost* (TC) yang dikeluarkan perusahaan sebelum perencanaan (*Corrective Maintenance*) dan setelah perencanaan (*Preventive Maintenance*) menunjukkan bahwa dengan melakukan *preventive maintenance* perusahaan dapat menghemat biaya perawatan antara 80,54% sampai dengan 97,56% dari *total cost* semula (*Corrective Maintenance*).

6.2 Saran

Untuk dapat menghemat dan melakukan penggantian komponen yang optimal maka sebaiknya perusahaan :

1. Pola perawatan yang diterapkan oleh perusahaan saat ini masih jauh dari biaya optimal yang ingin dicapai. Oleh sebab itu, diharapkan dengan ditentukannya interval perawatan mesin dapat mengubah pola perawatan yang selama ini diterapkan yaitu perawatan korektif menjadi perawatan preventif (terencana). Dengan demikian biaya perawatan yang dikeluarkan perusahaan dapat mencapai optimal.
2. Dengan diterapkannya perawatan preventif, tidak perlu lagi dilakukan analisa untuk mencari komponen yang rusak karena semuanya telah direncanakan. Dengan demikian apabila terjadi kerusakan mesin atau komponen dapat diketahui dan segera diperbaiki. Jadi jelas bahwa perawatan preventif (*Preventive Maintenance*) memberikan banyak manfaat dan keuntungan. Jangka waktu perencanaan layak digunakan selama 10 tahun ke depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggono, Willyanto, dkk. “*Preventive Maintenance System dengan Modularity Design Sebagai Solusi Penurunan Biaya Maintenance*”, *Jurnal Teknik Industri Universitas Kristen Petra*. Vol. 7, halaman 61-75, Juni 2005.
- Assauri, Sofjan. “*Manajemen Produksi dan Operasi*”, Edisi Revisi, halaman 18-19, 105-108, 111-114, 133-146. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta. 2008.
- Wahjudi, Didik, dan Amelia. “Analisa Penjadwalan dan Biaya Perawatan Mesin Press untuk Pembentukan Kampas Rem”, *Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra*. Vol. 2, halaman 50-61, April 2000.
- Kales, Paul. “*Reliability For Technology, Engineering and Management*”, halaman 12, 25, 112-115. Prentice-Hall Inc, New Jersey. 1998
- Nasution, Arman Hakim. “*Manajemen Industri*”, Edisi Pertama, halaman 361-362, 367. Andi, Yogyakarta. 2006.
- Reksoatmodjo, N. Tedjo. “*Statistika Teknik*”, Edisi Pertama, halaman 57, 63. PT Refika Aditama, Bandung. 2009.
- Sutalaksana, Iftikar. “*Teknik Tata Cara Kerja*”, halaman 131-137. Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Bandung, Bandung. 1979
- Octavia, Tanti, dkk. “Implementasi *Total Productive Maintenance* di Departemen Non Jahit PT. Kerta Rajasa Raya”, *Jurnal Teknik Industri*. Vol. 3, halaman 18-25, Juni 2001.
- Umar, Husein. “*Metodologi Penelitian Untuk Skripsi dan Tesis Bisnis*”, Edisi Kedua, halaman 69-74. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta. 2008
- Prakoso, Agung “*Penjadwalan Perawatan Mesin Produksi di PT. Alam Kayu Sakti*” [Online] Available <http://www.digilib.petra.ac.id>, diakses 20 Januari 2010